



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**TUGAS AKHIR - TE 145561**

**PENGATURAN TEMPERATUR DAN PEWAKTU  
OVEN LISTRIK MENGGUNAKAN HP ANDROID**

Ahmad Nurul Fiqri  
NRP 2214030024

Dosen Pembimbing  
Ir. Hanny Boedinugroho, MT.

PROGRAM STUDI KOMPUTER KONTROL  
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO OTOMASI  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017





**TUGAS AKHIR - TE 145561**

## **PENGATURAN TEMPERATUR DAN PEWAKTU OVEN LISTRIK MENGUNAKAN HP ANDROID**

Ahmad Nurul Fiqri  
NRP 2214030024

Dosen Pembimbing  
Ir. Hanny Boedinugroho, MT.

PROGRAM STUDI KOMPUTER KONTROL  
Departemen Teknik Elektro Otomasi  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017





**FINAL PROJECT - TE 145561**

***SETTING TEMPERATURE AND TIMER ELECTRICAL  
OVEN USING HP ANDROID***

Ahmad Nurul Fiqri  
NRP 2214030024

Advisor  
Ir. Hanny Boedinugroho, MT.

COMPUTER CONTROL STUDY PROGRAM  
Electrical and Automation Engineering Department  
Vocational Faculty  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017



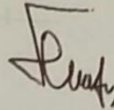
## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul **"Pengaturan Temperatur dan Pewaktu Oven Listrik Menggunakan HP Android"** adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 17 Juli 2017



Ahmad Nurul Fiqri  
NRP. 2214030024

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----



**PENGATURAN TEMPERATUR DAN PEWAKTU OVEN  
LISTRIK MENGGUNAKAN  
HP ANDROID**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Ahli Madya Teknik  
Pada

Bidang Studi Komputer Kontrol  
Departemen Teknik Elektro Otomasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Menyetujui:

Dosen Pembimbing



Ir. Hanny Boedinugroho, MT  
NIP. 19610706 198701 1 001

**SURABAYA  
JULI, 2017**

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

# **PENGATURAN TEMPERATUR DAN PEWAKTU OVEN LISTRIK MENGGUNAKAN HP ANDROID**

**Nama : Ahmad Nurul Fiqri.**  
**Pembimbing : Ir. Hanny Boedinugroho, MT.**

## **ABSTRAK**

Pada perkembangan zaman saat ini masyarakat pada umumnya lebih memilih untuk mendapatkan makanan yang siap saji karena lebih cepat dan harganya terjangkau serta banyak tersedia dimana saja. Namun disaat bekerja atau bepergian ketika tiba dirumah menginginkan makanan yang hangat, tetapi oven listrik tidak dapat dikendalikan secara otomatis, sehingga saat tiba dirumah memerlukan waktu untuk menghangatkan makanan menggunakan oven listrik. Untuk itu dirancang sebuah alat yang mampu mengatur temperatur dan waktu pada oven listrik menggunakan sensor termokopel tipe K yang digunakan untuk membaca temperatur pada oven listrik. Hasil pembacaan akan diproses oleh mikrokontroler ATmega 328. *Driver relay* digunakan sebagai metode on / off dari oven listrik. Data temperatur, waktu dan menu makanan akan ditampilkan pada LCD 20x4.

Letak sensor termokopel efisien berada di bagian belakang ruang oven dengan panjang probe 10 cm. Hasil dari alat ini dapat mengatur temperatur dan waktu berdasarkan jenis menu makanan yang akan di oven dengan persentase rata-rata *error temperatur* sebesar 0,993 %

**Kata Kunci :** sensor termokopel tipe K, oven listrik, mikrokontroler.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

## **SETTING TEMPERATURE AND TIMER ELECTRICAL OVEN USING HP ANDROID**

**Nama : Ahmad Nurul Fiqri**  
**Pembimbing : Ir. Hanny Boedinugroho, MT.**

### **ABSTRACT**

*In the current era, people generally prefer to get ready to eat food because it is faster and affordable and available everywhere. However, when working or traveling when arriving home want warm food, but the electric oven can not be controlled automatically, so when arriving home need time to warm the food using electric ovens. For this purpose, a device designed to control the temperature and time of an electric oven using a K type thermocouple sensor is used to read the temperature of an electric oven. The reading result will be processed by ATmega 328 microcontroller. The relay driver is used as the on / off method of the electric oven. Temperature data, time and food menu will be displayed on LCD 20x4.*

*The location of the thermocouple sensor efficient is at the rear of the oven chamber with a 10 cm long probe. The results of this tool can adjust the temperature and time based on the type of food menu to be in the oven with an average percentage of error temperature of 0.993%*

**Keywords:** *thermocouple type K sensor, electric oven, microcontroller.*

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang selalu memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam semoga selalu dilimpahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW, keluarga, sahabat, dan umat muslim yang senantiasa meneladani beliau.

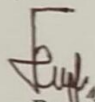
Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan guna menyelesaikan pendidikan diploma pada Bidang Studi Komputer Kontrol, Departemen Teknik Elektro Otomasi, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan judul:

### **PENGATURAN TEMPERATUR DAN PEWAKTU OVEN LISTRIK MENGGUNAKAN HP ANDROID**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Ir. Hanny Boedinugroho, MT. atas segala bimbingan ilmu, moral, dan spiritual dari awal hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini, kedua orang tua yang selalu memberikan doa, semangat, dan dukungannya kepada penulis. Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari dan memohon maaf atas segala kekurangan pada Tugas Akhir ini. Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dalam pengembangan keilmuan di kemudian hari.

Surabaya, 17 Juli 2017

  
Penulis

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----



# DAFTAR ISI

	HALAMAN
HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....	v
HALAMAN PENGESAHAN .....	vii
ABSTRAK .....	ix
<i>ABSTRACT</i> .....	xi
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI .....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xvii
DAFTAR TABEL .....	xix
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Permasalahan .....	1
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Metodologi Penelitian .....	2
1.6 Sistematika Laporan.....	3
1.7 Relevansi.....	3
<b>BAB II TEORI DASAR .....</b>	<b>5</b>
2.1 Minimum Sistem ATmega 328 .....	5
2.2 Liquid Crystal Display 20x4 .....	8
2.3 <i>I<sup>2</sup>C Module</i> .....	9
2.4 Termokopel <i>Type K</i> dan MAX6675.....	10
2.5 Oven Listrik .....	11
2.6 <i>Driver Relay</i> .....	12
2.7 <i>Power Supply</i> .....	13
2.8 Lampu Panel .....	13
2.9 <i>Push Button</i> .....	13
<b>BAB III PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT .....</b>	<b>15</b>
3.1 Blok Fungsional Sistem .....	15
3.2 Perancangan Mekanik .....	16
3.2.1 Perancangan <i>Box</i> Rangkaian Elektrik.....	17
3.3 Perancangan Elektrik .....	19

3.3.1 Rangkaian Power Supply .....	19
3.3.2 Rangkaian Minimum sistem ATmega 328 .....	21
3.3.3 Konfigurasi Sensor Termokopel dan MAX6675 .....	22
3.3.4 Konfigurasi LCD 20x4.....	24
3.3.5 Rangkaian <i>Driver Relay</i> .....	26
3.3.6 Rangkaian <i>Push Button</i> .....	27
3.4 Perancangan Perangkat Lunak .....	28
BAB IV PENGUJIAN DAN PENGUKURAN .....	39
4.1 Kalibrasi Sensor Termokopel .....	39
4.2 Pengujian dan Pengukuran Letak Termokopel .....	40
4.2.1 Dibelakang dengan Probe 2 cm.....	40
4.2.2 Semua Bagian masuk ke dalam dengan Probe 2 cm .....	42
4.2.3 Ditengah dengan Probe 2 cm .....	45
4.2.4 Ditengah dengan Probe 10 cm .....	48
4.2.5 Dibelakang dengan Probe 10 cm.....	51
4.3 Pengukuran Temperatur Oven Listrik dengan Menggunakan Modul Relay .....	53
4.3.1 Temperatur 100°C Waktu 6 Menit.....	53
4.3.2 Temperatur 100°C Waktu 10 Menit .....	54
4.3.3 Temperatur 150°C Waktu 10 Menit .....	54
4.3.4 Temperatur 150°C Waktu 15 Menit .....	55
4.3.5 Temperatur 200°C Waktu 10 Menit .....	57
4.4 Pengujian LCD 20x4 .....	58
4.5 Pengujian Rangkaian <i>Push Button</i> .....	59
4.6 Pengujian dan Pengukuran Berdasarkan Menu Makanan .....	60
4.6.1 Menu Makanan Roti .....	60
4.6.2 Menu Makanan Pizza.....	64
4.6.3 Menu Makanan Rotiboy.....	66
BAB V PENUTUP .....	69
5.1 Kesimpulan .....	69
5.2 Saran .....	75
DAFTAR PUSTAKA .....	71
LAMPIRAN A .....	73
LAMPIRAN B.....	93
BIODATA DIRI .....	107

## DAFTAR GAMBAR

	HALAMAN
Gambar 2.1 Pin ATmega 328.....	6
Gambar 2.2 <i>Liquid Crystal Display 20x4</i> .....	9
Gambar 2.3 I <sup>2</sup> C Module .....	10
Gambar 2.4 Termokopel dan MAX6675.....	11
Gambar 2.5 Oven Listrik.....	12
Gambar 2.6 Relay 5V DC .....	12
Gambar 2.7 Lampu Panel AC 220V .....	13
Gambar 2.8 <i>Tactile Switch Push Button</i> .....	14
Gambar 3.1 Blok Fungsional Sistem.....	15
Gambar 3.2 Rancangan Mekanik Oven Listrik .....	17
Gambar 3.3 Alat Tampak Atas .....	17
Gambar 3.4 Alat Tampak Belakang .....	17
Gambar 3.5 Alat Tampak Samping .....	18
Gambar 3.6 Alat Tampak Depan .....	18
Gambar 3.7 Rancangan <i>Box</i> Rangkaian Elektrik.....	19
Gambar 3.8 Rangkaian <i>Power Supply</i> .....	20
Gambar 3.9 Foto Rangkaian <i>Power Supply</i> .....	20
Gambar 3.10 Rangkaian Minimum Sistem ATmega 328.....	21
Gambar 3.11 Rangkain MAX 232 .....	22
Gambar 3.12 Foto Minimum Sistem ATmega 328 dan MAX 232.....	22
Gambar 3.13 Rangkaian Termokopel dengan MAX 6675 .....	23
Gambar 3.14 Foto Termokopel pada Ruang Oven .....	24
Gambar 3.15 Rangkaian I <sup>2</sup> C <i>board</i> dengan LCD 20x4 .....	25
Gambar 3.16 Foto LCD dengan I <sup>2</sup> C <i>Board</i> .....	26
Gambar 3.17 Rangkaian <i>Driver Relay</i> .....	26
Gambar 3.18 Foto Rangkaian <i>Driver Relay</i> 5V.....	27
Gambar 3.19 Rangkaian Resistor <i>Pull-Down Push Button</i> .....	28
Gambar 3.20 Foto <i>Push Button</i> .....	28
Gambar 3.21 <i>Flowchart</i> Perancangan Keseluruhan .....	29
Gambar 3.22 Lanjutan <i>Flowchart</i> Perancangan Keseluruhan .....	30
Gambar 3.23 Lanjutan <i>Flowchart</i> Perancangan Keseluruhan .....	31
Gambar 3.24 Program Inisialisasi Variabel .....	32
Gambar 3.25 Program Rangkaian <i>Push Button</i> .....	33
Gambar 3.26 Program Monitoring Temperatur, Waktu dan Makanan .....	34

Gambar 3.27	Program Modul Driver Relay .....	35
Gambar 3.28	Program Tampilan pada LCD.....	36
Gambar 3.29	Program Pengaturan Temperatur .....	37
Gambar 3.30	Program Pengaturan Waktu .....	37
Gambar 4.1	Kalibrasi Termokopel dengan Termometer.....	40
Gambar 4.2	Grafik Sensor Dibelakang dengan Probe 2 cm.....	41
Gambar 4.3	Foto Sensor dibelakang dengan Probe 2 cm.....	42
Gambar 4.4	Grafik Sensor Semua Bagian Masuk dengan Probe 2 cm .....	44
Gambar 4.5	Foto Semua Bagian Sensor Masuk kedalam dengan Probe 2 cm .....	44
Gambar 4.6	Grafik Sensor Ditengah dengan Probe 2 cm .....	47
Gambar 4.7	Foto Sensor ditengah dengan Probe 2 cm .....	48
Gambar 4.8	Grafik Sensor Ditengah dengan Probe 10 cm .....	50
Gambar 4.9	Foto Sensor ditengah dengan Probe 10 cm. ....	50
Gambar 4.10	Grafik Sensor Dibelakang dengan Probe 10 cm.....	52
Gambar 4.11	Foto Sensor dibelakang dengan Probe 10 cm.....	53
Gambar 4.12	Grafik Temperatur Oven Listrik dengan Menggunakan Modul Relay .....	58
Gambar 4.13	Tampilan Awal LCD .....	58
Gambar 4.14	Tampilan Awal LCD .....	59
Gambar 4.15	Tampilan <i>Monitoring</i> Temperatur LCD .....	59
Gambar 4.16	Grafik Temperatur Roti .....	63
Gambar 4.17	Grafik Temperatur Pizza .....	66
Gambar 4.18	Grafik Temperatur Rotiboy .....	68

## DAFTAR TABEL

	HALAMAN
Tabel 2.1 Spesifikasi Mikrokontroler ATmega 328 .....	8
Tabel 4.1 Hasil Kalibrasi Sensor Termokopel.....	39
Tabel 4.2 Pengukuran Temperatur 200°C waktu 6 menit.....	40
Tabel 4.3 Pengukuran Temperatur 200°C Waktu 8 Menit .....	41
Tabel 4.4 Pengukuran Temperatur 150°C Waktu 10 Menit .....	42
Tabel 4.5 Pengukuran Temperatur 200°C Waktu 8 Menit .....	43
Tabel 4.6 Pengukuran Temperatur 200°C Waktu 10 Menit .....	43
Tabel 4.7 Pengukuran Temperatur 150°C Waktu 10 Menit .....	45
Tabel 4.8 Pengukuran Temperatur 150°C Waktu 20 Menit .....	45
Tabel 4.9 Pengukuran Temperatur 200°C Waktu 10 Menit .....	46
Tabel 4.10 Pengukuran Temperatur 200°C Waktu 20 Menit .....	46
Tabel 4.11 Pengukuran Temperatur 100°C Waktu 10 Menit .....	48
Tabel 4.12 Pengukuran Temperatur 150°C Waktu 10 Menit .....	49
Tabel 4.13 Pengukuran Temperatur 200°C Waktu 10 Menit .....	49
Tabel 4.14 Pengukuran Temperatur 100°C Waktu 6 Menit .....	51
Tabel 4.15 Pengukuran Temperatur 150°C Waktu 8 Menit .....	51
Tabel 4.16 Pengukuran Temperatur 200°C Waktu 10 Menit .....	52
Tabel 4.17 Pengukuran Temperatur 100°C Waktu 6 Menit .....	53
Tabel 4.18 Pengukuran Temperatur 100°C Waktu 10 Menit .....	54
Tabel 4.19 Pengukuran Temperatur 150°C Waktu 10 menit.....	54
Tabel 4.20 Pengukuran Temperatur 150°C Waktu 15 Menit .....	55
Tabel 4.21 Pengukuran Temperatur 200°C Waktu 10 Menit .....	57
Tabel 4.22 Pengujian Rangkaian <i>Push Button</i> .....	59
Tabel 4.23 Pengukuran Roti dengan Temperatur Awal 34,75°C .....	60
Tabel 4.24 Pengukuran Roti dengan Temperatur Awal 36,25°C .....	61
Tabel 4.25 Pengukuran Roti dengan Temperatur Awal 38,75°C .....	62
Tabel 4.26 Pengukuran Pizza dengan Temperatur Awal 36,00°C.....	64
Tabel 4.27 Pengukuran Pizza dengan Temperatur Awal 34,50°C.....	64
Tabel 4.28 Pengukuran Pizza dengan Temperatur Awal 34,50°C.....	65
Tabel 4.29 Pengukuran Rotiboy dengan Temperatur Awal 37,00°C...	66
Tabel 4.30 Pengukuran Rotiboy dengan Temperatur Awal 37,00°C...	67
Tabel 4.31 Pengukuran Rotiboy dengan Temperatur Awal 36,75°C...	67

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Seiring dengan perkembangan zaman dan lingkungan maka orang sekarang mulai berhati-hati dalam memilih dan membeli sesuatu. Salah satu hal dimana orang sangat hati-hati dalam memilih dan membeli makanan. Pada perkembangan zaman masyarakat pada umumnya lebih memilih untuk mendapatkan makanan yang siap saji. Gaya hidup modern saat ini yang semuanya serba praktis dan kemajuan teknologi yang pesat seringkali membuat kita mengonsumsi makan yang praktis penyajiannya. Hal ini juga disebabkan karena padatnya kegiatan dan kesibukan kita. Makanan siap saji pun menjadi makanan yang dipilih karena penyajiannya yang praktis dan sekaligus memiliki rasa yang enak menurut banyak orang. Maka dari itu tidak dapat dipungkiri saat ini dalam rumah tangga penggunaan oven sudah menjadi kebutuhan pribadi. Oven memiliki beberapa macam yaitu oven panci, oven kompor, standing oven, oven listrik, oven microwave, oven gas manual, oven gas elektrik, dan *breadmaker*. Dari beberapa macam oven yang banyak digunakan adalah oven listrik. Penggunaannya yang mudah dan harganya yang relatif murah membuat oven listrik semakin banyak diminati oleh masyarakat. Sehingga oven listrik banyak digunakan untuk keperluan rumah tangga, baik digunakan untuk memanaskan dan memasak makanan.

### **1.2 Permasalahan**

Saat bekerja atau bepergian ketika hendak pulang kerumah ada kalanya menginginkan makanan yang hangat atau makanan siap saji saat tiba dirumah. Mengingat harga makanan yang siap saji murah, namun hal itu tidak dapat dilakukan karena oven listrik tidak mampu dikendalikan dengan otomatis menggunakan handphone. Hanya dapat dilakukan ketika tiba dirumah dengan cara menghidupkannya secara manual, sehingga harus menunggu makanannya matang.

Temperatur yang dihasilkan pada oven listrik dapat diatur tetapi temperatur yang dihasilkan tidak dapat diketahui apakah sesuai dengan temperatur yang telah ditentukan. Yang mengakibatkan makanan hangus dan tidak bisa dimakan.

### 1.3 Tujuan

Tujuan utama dari Tugas Akhir ini adalah mengatur temperatur dan pewaktu oven listrik menggunakan HP dan monitoring temperatur pada oven listrik.

### 1.4 Batasan Masalah

Mengingat perkembangan oven listrik sangat luas, maka perlu dilakukan pembatasan masalah. Batasan masalahnya antara lain:

1. Makanan harus dimasukkan kedalam oven terlebih dahulu.
2. Menggunakan oven listrik dengan spesifikasi : Daya 600 Watt, Kapasitas 9L.
3. Oven Listrik yang digunakan hanya bisa untuk menghangatkan.
4. Pengiriman pesan dari handphone ke modul GSM SIM 900L.
5. Sensor temperatur yang digunakan Termokopel type K dengan range temperatur  $0^{\circ}\text{C}$  -  $1024^{\circ}\text{C}$

### 1.5 Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan metodologi, yaitu, studi literatur, perancangan sistem, pengambilan data percobaan dan analisis data, dan yang terakhir adalah penyusunan laporan berupa buku Tugas Akhir.

Pada tahap studi literatur ini dilakukan pencarian data, bahan, dan literatur. Dimana literatur diperoleh dari *Temperatur Monitoring sistem for Inductive Heater Oven dan Arduino and GSM Based Smart Energy Meter for Advanced Metering and Billing Sistem*.

Pada tahap perancangan sistem terdiri dari dua yaitu, perancangan mekanik dan perancangan sistem elektrik. Pada tahap perancangan mekanik terdiri dari perancangan box tempat sistem elektrik. Sedangkan perancangan sistem elektrik terdiri dari minimum sistem ATmega 328, LCD 20x4, sensor temperatur Termokopel, oven listrik, modul *driver relay*, dan *power supply*. Program pada minimum sistem digunakan pemograman arduino. Tahap selanjutnya adalah pengambilan data percobaan. Data percobaan yang telah diperoleh selanjutnya akan dianalisis. Dari hasil analisis, akan ditarik kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan. Tahap akhir penelitian adalah penyusunan laporan penelitian.



## **1.6 Sistematika Laporan**

Pembahasan Tugas Akhir ini akan dibagi menjadi lima Bab dengan sistematika sebagai berikut:

### **Bab I Pendahuluan**

Bab ini meliputi latar belakang, permasalahan, tujuan penelitian, metodologi penelitian, sistematika laporan, dan relevansi.

### **Bab II Teori Dasar**

Bab ini menjelaskan tentang Minimum Sistem ATmega 328, Liquid Crystal Display 20x4, Termokopel dan MAX6675, Oven Listrik, *Driver Relay*, *Power supply*

### **Bab III Perencanaan dan Pembuatan Alat**

Bab ini membahas desain dan perancangan alat mekanik dan elektrik

### **Bab IV Pengujian dan Pengukuran**

Bab ini memuat hasil pengujian dan pengukuran dari sistem.

### **Bab V Penutup**

Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari hasil pembahasan yang telah diperoleh.

## **1.7 Relevansi**

Diharapkan dengan Tugas Akhir ini dapat mempermudah penggunaan oven listrik, sehingga konsumen oven listrik tidak perlu menunggu lama dalam penggunaanya. Serta mengembangkan oven listrik terkendali dengan HP.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

## **BAB II**

### **TEORI DASAR**

Ada beberapa metode untuk menyelesaikan masalah oven listrik. Di antaranya adalah memonitor temperatur keluar oven, sistem pengukuran dipasang pada heater oven induktif termasuk Termokopel. Tata letak pemasangan Termokopel antara pemanas induktif ada empat udara panas blower dengan temperatur udara masuk sekitar 150°C dengan frekuensi operasi dari 25 (kHz), udara panas digunakan untuk pembuangan asap selama operasi dan dipasok dari oven sebelumnya.<sup>[1]</sup>

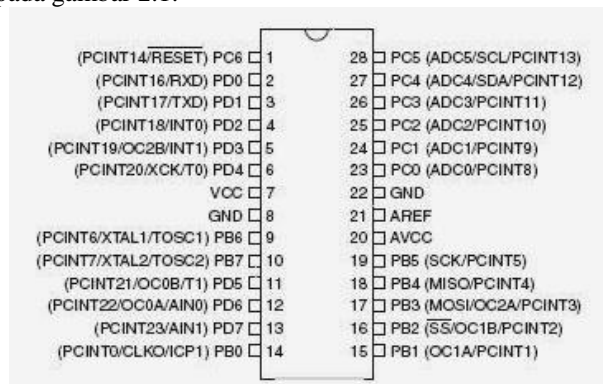
Pada sistem manajemen sedang mencoba untuk membuat kontrol otomatis, portabel dan *remote*. Menyajikan sistem energi meter cerdas untuk metering dan penagihan sistem otomatis. Integrasi Arduino dan *GSM Short Message Service* (SMS) menyediakan sistem pembacaan meter dengan beberapa fungsi otomatis yang telah ditetapkan. Sistem energi meter yang diusulkan dapat menggabungkan dengan tertanam kontroler dan modem GSM untuk mengirimkan data seperti energi yang dikonsumsi dalam kWh dengan melalui jaringan seluler GSM seperti data, kemudian dimasukkan dan diintegrasikan ke dalam energi yang ada pada sistem manajemen yang terletak di organisasi untuk menyediakan layanan antara pelanggan tanpa tenaga manusia.<sup>[2]</sup>

Pada Tugas Akhir ini akan dilakukan pengaturan temperatur dan pewaktu pada oven listrik dengan menggunakan model referensi. Teori dasar yang digunakan seperti pada<sup>[1]</sup> yang menggunakan sensor Termokopel. Berbeda dengan kontrolernya menggunakan minimum sistem ATmega 328. Pada Tugas Akhir ini menggunakan modul GSM SIM 900L untuk akusisi data secara langsung dan dapat dipantau melalui jarak jauh kemudian ditampilkan pada LCD 20x4. Hasil yang diharapkan dari metode ini adalah mampu mengaktifkan oven listrik dengan mengirimkan SMS berupa menu makanan dimana di setiap menu temperatur dan waktu dari oven listrik sudah diatur sesuai dengan menu makanan

#### **2.1 Minimum Sistem ATmega 328**

Minimum Sistem adalah rangkaian elektronika yang terdiri dari komponen-komponen dasar yang dibutuhkan oleh suatu mikrokontroler untuk dapat berfungsi dengan baik. Pada umumnya, suatu mikrokontroler membutuhkan dua elemen (selain *power supply*) untuk berfungsi yaitu Kristal Oscillator (XTAL), dan Rangkaian RESET. Maka minimum sistem ATmega 328 adalah sebuah rangkaian minimum sistem yang

menggunakan Mikrokontroler ATmega 328. Di dalam sebuah IC mikrokontroler terdapat CPU, memori, timer, saluran komunikasi serial dan paralel, port *input/output*, ADC, dll.<sup>[3]</sup> Pin pada ATmega 328 dapat dilihat pada gambar 2.1.



**Gambar 2.1** Pin ATmega 328

ATmega328 memiliki 3 buah PORT utama yaitu PORTB, PORTC, dan PORTD dengan total pin *input/output* sebanyak 23 pin. PORT tersebut dapat difungsikan sebagai *input/output* digital atau difungsikan sebagai peripheral lainnya.

1. Port B

*Port B* merupakan jalur data 8 bit yang dapat difungsikan sebagai *input/output*. Selain itu PORTB juga dapat memiliki fungsi alternatif seperti di bawah ini.

- a. ICP1 (PB0), berfungsi sebagai *Timer Counter 1 input capture* pin.
- b. OC1A (PB1), OC1B (PB2) dan OC2 (PB3) dapat difungsikan sebagai keluaran PWM (*Pulse Width Modulation*).
- c. MOSI (PB3), MISO (PB4), SCK (PB5), SS (PB2) merupakan jalur komunikasi SPI.
- d. Selain itu pin ini juga berfungsi sebagai jalur pemrograman serial (ISP).
- e. TOSC1 (PB6) dan TOSC2 (PB7) dapat difungsikan sebagai sumber *clock* external untuk *timer*.
- f. XTAL1 (PB6) dan XTAL2 (PB7) merupakan sumber *clock* utama mikrokontroler.

2. Port C

*Port C* merupakan jalur data 7 bit yang dapat difungsikan sebagai *input / output* digital. Fungsi alternatif *PORTC* antara lain sebagai berikut.

- a. *ADC6 channel* (PC0,PC1,PC2,PC3,PC4,PC5) dengan resolusi sebesar 10 bit. ADC dapat kita gunakan untuk mengubah input yang berupa tegangan analog menjadi data digital
- b. *I2C* (SDA dan SDL) merupakan salah satu fitur yang terdapat pada *PORTC*. *I2C* digunakan untuk komunikasi dengan sensor atau *device* lain yang memiliki komunikasi data tipe *I2C* seperti sensor kompas, *accelerometer nunchuck*.

3. Port D

*Port D* merupakan jalur data 8 bit yang masing-masing pin-nya juga dapat difungsikan sebagai *input / output*. Sama seperti *Port B* dan *Port C*, *Port D* juga memiliki fungsi alternatif dibawah ini.

- a. *USART* (TXD dan RXD) merupakan jalur data komunikasi serial dengan level sinyal TTL. Pin TXD berfungsi untuk mengirimkan data serial, sedangkan RXD kebalikannya yaitu sebagai pin yang berfungsi untuk menerima data serial.
- b. *Interrupt* (INT0 dan INT1) merupakan pin dengan fungsi khusus sebagai interupsi *hardware*. Interupsi biasanya digunakan sebagai selaan dari program, misalkan pada saat program berjalan kemudian terjadi interupsi *hardware/software* maka program utama akan berhenti dan akan menjalankan program interupsi.
- c. *XCK* dapat difungsikan sebagai sumber *clock external* untuk *USART*, namun kita juga dapat memanfaatkan *clock* dari CPU, sehingga tidak perlu membutuhkan *external clock*.
- d. T0 dan T1 berfungsi sebagai masukan *counter external* untuk *timer 1* dan *timer 0*.
- e. AIN0 dan AIN1 keduanya merupakan masukan *input* untuk *analog comparator*.

Mikrokontroler jenis ini biasa dipakai pada Arduino UNO. Dengan penggunaan mikrokontroler ini, minimum sistem mampu digunakan dengan bahasa pemrograman arduino. Bahasa pemrograman arduino yang mudah dan tidak memerlukan *syntax* banyak membuat sangat diminati kalangan mahasiswa. Selain itu, harga lebih terjangkau dibanding harga Arduino UNO. Berikut spesifikasi mikrokontroler ATmega 328 pada tabel 2.1

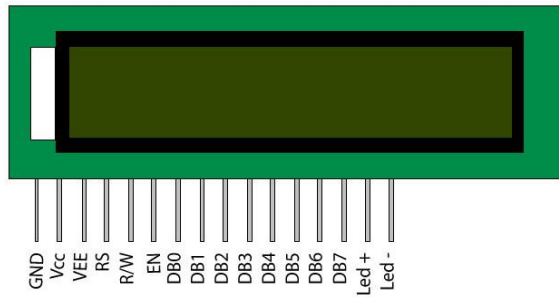
**Tabel 2.1** Spesifikasi Mikrokontroler ATmega 328

<i>Microcontroller</i>	ATmega328
<i>Operating Voltage</i>	5V
<i>Input Voltage (recommended)</i>	7-12V
<i>Input Voltage (limits)</i>	6-20V
<i>Digital I/O Pins</i>	14 (of which 6 provide PWM output)
<i>Analog Input Pins</i>	6
<i>Flash Memory</i>	32 KB (ATmega328)
<i>SRAM</i>	2 KB (ATmega328)
<i>EEPROM</i>	1 KB (ATmega328)
<i>Clock Speed</i>	16MHz

Pada bahasa pemrograman arduino memiliki fitur serial monitor yang berfungsi sebagai memonitor hasil keluaran dari arduino dengan memanfaatkan komunikasi serial yaitu TX, RX. Oleh karena itu, Minimum Sistem ATmega 328 ini dilengkapi dengan Rangkaian Max 232 yang berfungsi sebagai *receiver* komunikasi serial monitor dari arduino.

## 2.2 Liquid Crystal Display 20x4

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD sudah digunakan diberbagai bidang misalnya alat-alat elektronik seperti televisi, kalkulator, atau pun layar komputer. LCD berfungsi sebagai media untuk menampilkan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. Tampilan LCD 20x4 seperti pada gambar 2.2 di bawah ini.



**Gambar 2.2** *Liquid Crystal Display 20x4*

Pin, kaki atau jalur input dan kontrol dalam suatu LCD (*Liquid Cristal Display*) diantaranya adalah :

- **Pin Data** adalah jalur untuk memberikan data karakter yang ingin ditampilkan menggunakan LCD (*Liquid Cristal Display*) dapat dihubungkan dengan bus data dari rangkaian lain seperti mikrokontroler dengan lebar data 8 bit.
- **Pin RS (*Register Select*)** berfungsi sebagai indikator atau yang menentukan jenis data yang masuk, apakah data atau perintah. Logika *low* menunjukan yang masuk adalah perintah, sedangkan logika *high* menunjukan data.
- **Pin R/W (*Read Write*)** berfungsi sebagai instruksi pada modul jika *low* tulis data, sedangkan *high* baca data.
- **Pin E (*Enable*)** digunakan untuk memegang data baik masuk atau keluar.
- **Pin VLCD** berfungsi mengatur kecerahan tampilan (kontras) dimana pin ini dihubungkan dengan trimpot 5 Kohm, jika tidak digunakan dihubungkan ke ground, sedangkan tegangan catu daya ke LCD sebesar 5 Volt.<sup>[3]</sup>

### 2.3 I<sup>2</sup>C Module

*Inter Integrated Circuit* atau sering disebut I<sup>2</sup>C adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didesain khusus untuk mengirim maupun menerima data. Sistem I<sup>2</sup>C terdiri dari saluran SCL (*Serial Clock*) dan SDA (*Serial Data*) yang membawa informasi data antara I<sup>2</sup>C dengan pengontrolnya. Piranti yang dihubungkan dengan sistem I<sup>2</sup>C Bus dapat dioperasikan sebagai *Master* dan *Slave*.

*Master* adalah piranti yang memulai *transfer* data pada I<sup>2</sup>C Bus dengan membentuk sinyal *Start*, mengakhiri *transfer* data dengan membentuk sinyal *Stop*, dan membangkitkan sinyal *clock*. *Slave* adalah piranti yang dialamati *master*. Berikut gambar 2.3 adalah gambar I<sup>2</sup>C Module



**Gambar 2.3** I<sup>2</sup>C Module

## 2.4 Termokopel Type K dan MAX6675

Termokopel merupakan salah satu jenis sensor temperatur yang paling populer dan sering digunakan dalam berbagai rangkaian ataupun peralatan listrik dan Elektronika yang berkaitan dengan Temperatur. Beberapa kelebihan Termokopel yang membuatnya menjadi populer adalah responnya yang cepat terhadap perubahan temperatur dan juga rentang temperatur operasionalnya yang luas yaitu berkisar diantara -200°C hingga 1250°C. Selain respon yang cepat dan rentang temperatur yang luas, Termokopel juga tahan terhadap guncangan/getaran dan mudah digunakan.<sup>[4]</sup> Termokopel ini berbahan dasar Chromel dan Alumel yang mempunyai sensitivitas rata-rata 41µV/°C.<sup>[5]</sup> Sedangkan MAX6675 dibentuk dari kompensasi *cold-junction* yang *output* didigitalisasi dari sinyal termokopel tipe-K. data output memiliki resolusi 12-bit dan mendukung komunikasi SPI mikrokontroler secara umum.

Data dapat dibaca dengan mengkonversi hasil pembacaan 12-bit data. Fungsi dari termokopel adalah untuk mengetahui perbedaan temperatur di bagian ujung dari dua bagian metal yang berbeda dan disatukan. Termokopel tipe *hot junction* dapat mengukur mulai dari 0 °C sampai +1023,75 °C. MAX6675 memiliki bagian ujung *cold end* yang hanya dapat mengukur -20°C sampai +85 °C. Pada saat bagian *cold end* MAX6675 mengalami fluktuasi temperatur maka MAX6675 akan tetap dapat mengukur secara akurat perbedaan temperatur pada bagian yang lain. MAX6675 dapat melakukan koreksi atas perubahan pada temperatur ambient dengan kompensasi *cold-junction*. *Device* mengkonversi temperatur ambient yang terjadi ke bentuk tegangan



menggunakan sensor temperatur diode. Untuk dapat melakukan pengukuran *actual*, MAX6675 mengukur tegangan dari *output* termokopel dan tegangan dari sensing diode.

Performance optimal MAX6675 dapat tercapai pada waktu termokopel bagian *cold-junction* dan MAX6675 memiliki temperatur yang sama. Hal ini untuk menghindari penempatan komponen lain yang menghasilkan panas didekat MAX6675. Gambar 2.4 adalah gambar dari Termokopel dan MAX6675.<sup>[5]</sup>



**Gambar 2.4** Termokopel dan MAX6675

## 2.5 Oven Listrik

Oven adalah alat dapur yang digunakan untuk memanggang serta pemanasan. Pemanfaat oven sendiri mayoritas dipakai untuk membuat kue. Meskipun bisa dipakai untuk mematangkan makanan selain dari kue, namun pemakaian terbesarnya cenderung ditunjukkan untuk pembuatan kue.

Oven listrik menggunakan sumber panas dari tenaga listrik. Umumnya alat yang digunakan untuk menghasilkan panas tersebut dinamakan elemen. Oven listrik menggunakan bimetal sebagai pengatur temperatur. *Timer* pada oven listrik akan menyala ketika oven listrik menyala. Ketika oven listrik mengalami *overheat* maka oven listrik akan mati beberapa saat dan akan menyala kembali ketika *timer* belum selesai. Hal ini diakibatkan adanya bimetal pada oven listrik jika bimetal panas maka bimetal akan menjadi lurus sehingga memutuskan arus listrik dan jika bimetal kembali ke temperatur normal maka bimetal akan kembali melengkung dan menyambungkan arus listrik. Kelebihan dari oven listrik adalah lebih mudahnya dalam pengaturan temperatur didalam oven, sehingga oven listrik banyak digunakan dipabrik-pabrik yang membutuhkan kecepatan dan hasil yang memuaskan. Berikut gambar 2.5 adalah gambar dari oven listrik :



**Gambar 2.5** Oven Listrik

## 2.6 *Driver Relay*

Relay adalah suatu peranti yang bekerja berdasarkan elektromagnetik untuk menggerakkan sejumlah kontaktor yang tersusun atau sebuah saklar elektronis yang dapat dikendalikan dari rangkaian elektronik lainnya dengan memanfaatkan tenaga listrik sebagai sumber energinya. Kontaktor akan tertutup (menyala) atau terbuka (mati) karena efek induksi magnet yang dihasilkan kumparan (induktor) ketika dialiri arus listrik. Berbeda dengan saklar, pergerakan kontaktor (*on* atau *off*) dilakukan manual tanpa perlu arus listrik. Untuk melihat gambar relay dapat dilihat pada gambar 2.6.



**Gambar 2.6** Relay 5V DC

Sedangkan rangkaian *driver relay* adalah rangkaian elektronika yang bisa mengendalikan pengoperasian sesuatu dari jarak jauh. Untuk mempermudah dan memperlancar pekerjaan kadang kita memang membutuhkan relay. Dengan relay dapat mengontrol dan mengopersikan perangkat dari jarak jauh sehingga tak perlu bergeser atau pindah tempat duduk. Pada prinsipnya *driver relay* digunakan sebagai saklar yang membedakan dapat dikontrol dengan menggunakan sebuah mikrokontroler sesuai dengan keinginan.

## 2.7 *Power Supply*

*Power supply* merupakan perangkat keras yang mampu menyuplai tegangan listrik secara langsung dari sumber tegangan listrik ke perangkat yang membutuhkan tegangan listrik. *Power supply* memiliki input dari tegangan yang berarus AC dan mengubahnya menjadi arus DC lalu menyalurkannya ke berbagai perangkat keras yang membutuhkannya. Karena arus DC yang dibutuhkan untuk perangkat keras agar dapat beroperasi, arus DC bisa disebut juga sebagai arus yang searah, sedangkan arus AC merupakan arus yang berlawanan. *Power Supply* merupakan komponen yang sangat penting agar perangkat keras yang digunakan bisa berjalan dengan baik dan optimal. Tegangan keluaran *power supply* yang dibutuhkan dan digunakan pada perangkat keras biasanya 24 Volt, 12 Volt, 9 Volt, dan 5 Volt.

## 2.8 *Lampu Panel*

Lampu panel adalah komponen yang digunakan sebagai lampu tanda. Lampu tersebut digunakan untuk berbagai keperluan misalnya untuk lampu indikator pada panel penunjuk fasa R, S dan T atau L1, L2 dan L3. Selain itu juga lampu indikator digunakan sebagai indikasi bekerjanya suatu sistem kontrol misalnya lampu indikator merah menyala motor bekerja dan lampu indikator hijau menyala motor berhenti. Untuk melihat gambar lampu panel dapat dilihat pada gambar 2.7



**Gambar 2.7** Lampu Panel AC 220V

## 2.9 *Push Button*

*Push button* (saklar tombol tekan) adalah perangkat / saklar sederhana yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik dengan sistem kerja tekan *unlock* (tidak mengunci). Sistem kerja *unlock* disini berarti saklar akan bekerja sebagai *device* penghubung atau pemutus aliran arus listrik saat tombol ditekan, dan

saat tombol tidak ditekan (dilepas), maka saklar akan kembali pada kondisi normal.

Sebagai *device* penghubung atau pemutus, *push button switch* hanya memiliki 2 kondisi, yaitu *On* dan *Off* (1 dan 0). Istilah *On* dan *Off* ini menjadi sangat penting karena semua perangkat listrik yang memerlukan sumber energi listrik pasti membutuhkan kondisi *On* dan *Off*.

Karena sistem kerjanya yang *unlock* dan langsung berhubungan dengan operator, *push button switch* menjadi *device* paling utama yang biasa digunakan untuk memulai dan mengakhiri kerja mesin di industri. Secanggih apapun sebuah mesin bisa dipastikan sistem kerjanya tidak terlepas dari keberadaan sebuah saklar seperti *push button switch* atau perangkat lain yang sejenis yang bekerja mengatur pengkondisian *On* dan *Off*. Untuk melihat gambar *push button* dapat dilihat pada gambar 2.8



**Gambar 2.8** *Tactile Switch Push Button*

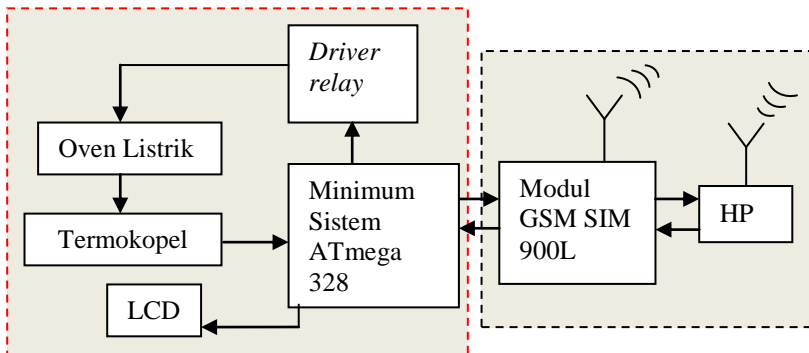
## BAB III

### PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

Pada bab ini berisi tahapan mengenai tahapan yang dilakukan dalam perencanaan dan pembuatan tugas akhir. Penjelasan diawali dengan blok fungsional sistem secara keseluruhan yang meliputi proses kerja alat dalam bentuk alur diagram. Perancangan mekanik yang membahas tentang desain dan pembuatan mekanik yang mendukung cara kerja alat. Perancangan elektrik yang membahas perancangan rangkaian elektrik sebagai rangkaian pendukung alat.

#### 3.1 Blok Fungsional Sistem

Sebelum melakukan perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, diperlukan sebuah perancangan blok fungsional sistem berupa blok diagram yang menjelaskan sistem kerja secara keseluruhan Tugas Akhir ini. Secara keseluruhan blok fungsional sistem dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut.



- - - - - = Ahmad Nurul Fiqri

- - - - - = Andaru Putri S.

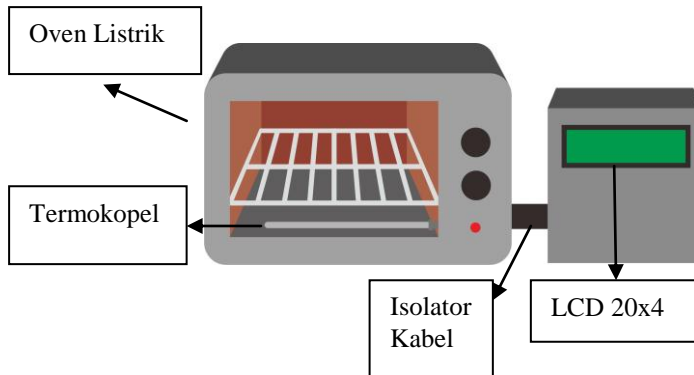
**Gambar 3.1** Blok Fungsional Sistem

Sesuai dengan gambar di atas, Minimum Sistem ATmega 328 digunakan sebagai kontroler untuk mengatur temperatur pada oven listrik dengan sensor temperatur termokopel dengan range temperatur 0°C hingga 1024°C. Selain respon yang cepat dan rentang temperatur

yang luas, termokopel juga tahan terhadap goncangan / getaran dan mudah digunakan. Ketika Sensor temperatur membaca temperatur pada oven listrik tidak sesuai dengan temperatur masukan maka, *Driver relay* akan mengaktifkan oven listrik. Oven listrik memiliki 2 elemen yaitu elemen atas dan elemen bawah sehingga dibutuhkan 4 *Driver relay* untuk mengatur elemen, *timer*, indikator *power*, dan indikator elemen. Oven listrik akan semakin panas hingga sensor termokopel membaca temperatur sudah sesuai dengan yang diinginkan. Elemen atas dan elemen bawah akan mati ketika sensor termokopel membaca temperatur pada oven melebihi dari temperatur yang diinginkan dan akan menyala kembali ketika temperatur oven listrik kurang dari temperatur yang diinginkan. Oven listrik akan mati jika waktu yang telah ditentukan pada oven listrik selesai. Dengan adanya *driver relay* oven listrik dapat dikontrol dengan jarak jauh. Selain itu, untuk mengetahui temperatur yang terbaca oleh termokopel terdapat LCD 20x4 yang digunakan sebagai monitoring temperatur pada oven listrik.

### **3.2 Perancangan Mekanik**

Pada sub bab ini akan dibahas mengenai perancangan mekanik untuk tugas ini. Perancangan mekanik berupa perancangan perangkat keras yang mendukung seluruh perancangan dan pembuatan alat. Perancangan mekanik yang akan dibahas meliputi perancangan dari *box* yang digunakan sebagai tempat rangkaian elektrik Tugas Akhir ini dan pipa sebagai wadah kabel penghubung oven listrik dengan *driver relay*. Gambar Rancangan mekanik ditunjukkan pada gambar 3.2. Foto dari alat dapat dilihat pada gambar 3.3, gambar 3.4, gambar 3.5 dan gambar 3.6.



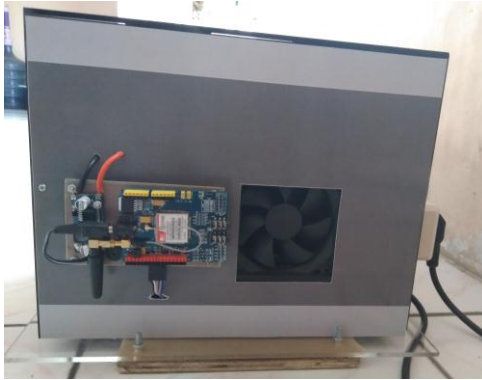
**Gambar 3.2** Rancangan Mekanik Oven Listrik



**Gambar 3.3** Alat Tampak Atas



**Gambar 3.4** Alat Tampak Belakang



**Gambar 3.5** Alat Tampak Samping

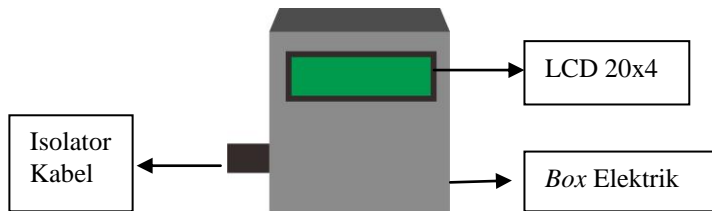


**Gambar 3.6** Alat Tampak Depan

### 3.2.1 Perancangan *Box* Rangkaian Elektrik

Pada perancangan *box* di rangkaian elektrik ini menggunakan akrilik dengan ukuran 25 x 30 x 24 cm. Box ini berbentuk balok yang dapat dibuka. Di dalam box ini akan berisi rangkaian elektrik meliputi Minimum sistem ATmega328, *power supply*, *display* LCD 20x4, dan *driver relay*. Gambar 3.7 berikut merupakan tampilan rancangan *box* rangkaian elektrik.





**Gambar 3.7** Rancangan *Box* Rangkaian Elektrik

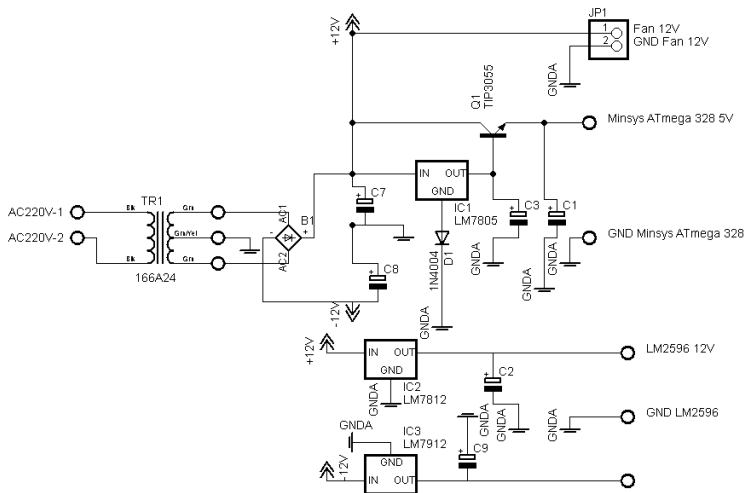
Pada bagian depan box terdapat LCD yang berfungsi untuk menampilkan temperatur yang terbaca oleh sensor Termokopel. Keseluruhan data akan ditampilkan secara langsung, disamping box terdapat pipa yang digunakan pelindung kabel penghubung oven listrik dengan rangkaian elektrik.

### 3.3 Perancangan Elektrik

Pada sub bab perancangan elektrik dibahas tentang rangkaian elektrik beserta komponen – komponen yang digunakan dalam Tugas Akhir ini. Pembahasan pada sub bab ini meliputi *power supply*, Rangkaian Minimum sistem ATmega 328, Konfigurasi Minimum sistem ATmega 328 dengan sensor termokopel dan max6675, konfigurasi Minimum sistem ATmega 328 dengan LCD 20x4.

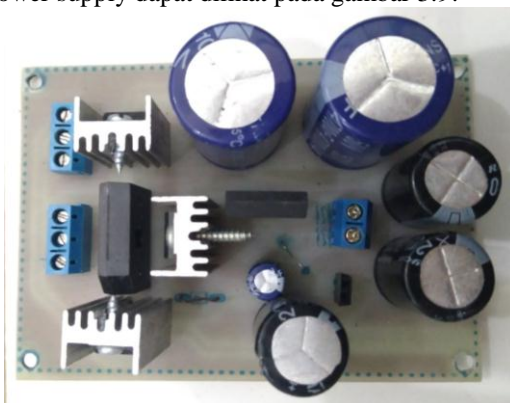
#### 3.3.1 Rangkaian Power Supply

*Power Supply* adalah perangkat keras yang mampu menyuplai tenaga atau tegangan listrik secara langsung dari sumber tegangan listrik ke tegangan listrik yang lainnya. *Power supply* biasanya digunakan untuk perangkat elektronika sebagai penghantar tegangan listrik secara langsung kepada komponen-komponen atau perangkat keras lainnya yang ada di rangkaian tersebut, seperti hardisk, kipas, motherboard dan lain sebagainya. Pada gambar 3.8 berikut merupakan rangkaian *power supply*.



**Gambar 3.8** Rangkaian *Power Supply*

*Power supply* memiliki input dari tegangan *Alternating Current* (AC) dan mengubahnya menjadi tegangan *Direct Current* (DC) lalu menyalurkannya ke berbagai perangkat elektronika. Untuk melihat foto rangkaian power supply dapat dilihat pada gambar 3.9.

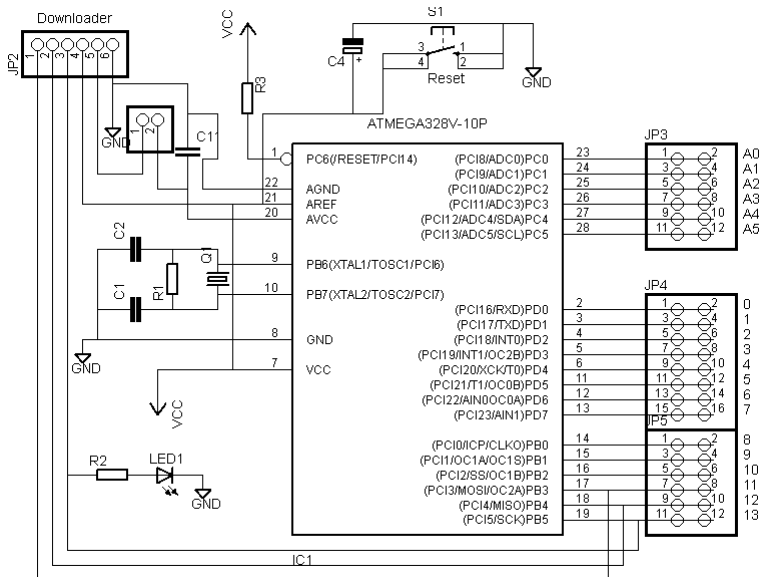


**Gambar 3.9** Foto Rangkaian *Power Supply*

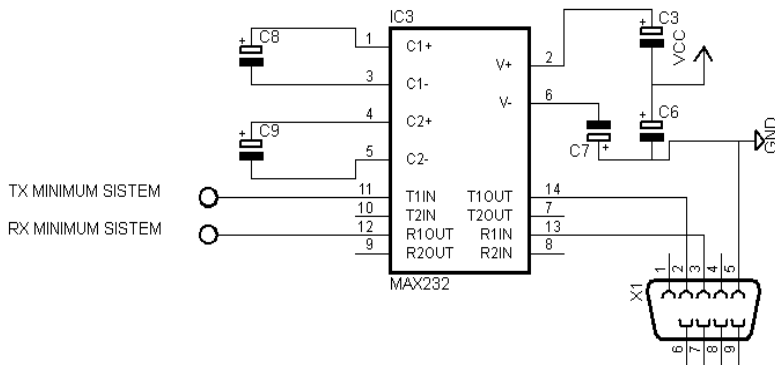
### 3.3.2 Rangkaian Minimum sistem ATmega 328

Sebuah rangkaian minimum sistem yang menggunakan Mikrokontroler ATmega 328. Dengan penggunaan mikrokontroler ini, minimum sistem mampu digunakan dengan bahasa pemrograman arduino. Dimana, Arduino adalah suatu perangkat prototipe elektronik berbasis mikrokontroler yang fleksibel dan *open source*.<sup>[3]</sup> Perangkat lunak dari Arduino mudah dipahami bagi pemula. Rangkaian Minimum Sistem ATmega 328 diperlukan rangkaian konverter RS232 to TTL berfungsi sebagai komunikasi serial untuk serial monitor pada arduino. Rangkaian ini menggunakan IC Max 232 yang berfungsi sebagai salah satu jenis IC rangkaian antar muka dual RS 232 transmitter. IC MAX232 hanya membutuhkan *power supply* 5V ( *single power supply* ) sebagai catu. IC MAX232 di sini berfungsi untuk merubah level tegangan pada COM1 menjadi level tegangan TTL / CMOS

Gambar 3.10 dan gambar 3.11 di bawah ini merupakan rangkaian Minimum Sistem ATmega 328 dan Rangkaian Max 232. Sedangkan gambar 3.12 adalah foto dari rangkaian minimum sistem atmega 328.



**Gambar 3.10** Rangkaian Minimum Sistem ATmega 328



**Gambar 3.11** Rangakain MAX 232



**Gambar 3.12** Foto Minimum Sistem ATmega 328 dan MAX 232

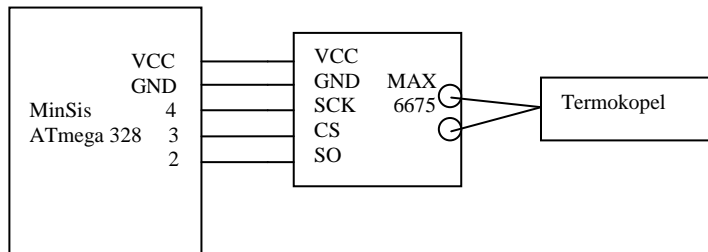
### 3.3.3 Konfigurasi Sensor Termokopel dan MAX6675

Ketika kedua persimpangan atau *Junction* pada Termokopel memiliki temperatur yang sama, maka beda potensial atau tegangan listrik yang melalui dua persimpangan tersebut adalah “NOL” atau  $V_1 = V_2$ . Akan tetapi, ketika persimpangan yang terhubung dalam rangkaian diberikan temperatur panas atau dihubungkan ke obyek pengukuran, maka akan terjadi perbedaan temperatur diantara dua persimpangan tersebut yang kemudian menghasilkan tegangan listrik yang nilainya sebanding dengan temperatur panas yang diterimanya atau  $V_1 - V_2$ .

Tegangan Listrik yang ditimbulkan ini pada umumnya sekitar  $1\ \mu\text{V} - 70\ \mu\text{V}$  pada tiap derajat Celcius. Sedangkan MAX6675 dibentuk dari kompensasi *cold-junction* yang keluarannya didigitalisasi dari sinyal termokopel tipe-K. data output memiliki resolusi 12-bit dan mendukung komunikasi SPI mikrokontroler secara umum.

Data dapat dibaca dengan mengkonversi hasil pembacaan 12-bit data. Fungsi dari termokopel adalah untuk mengetahui perbedaan temperatur di bagian ujung dari dua bagian metal yang berbeda dan disatukan. Termokopel tipe *hot junction* dapat mengukur mulai dari  $0\ ^\circ\text{C}$  sampai  $+1023,75\ ^\circ\text{C}$ . MAX6675 memiliki bagian ujung *cold end* yang hanya dapat mengukur  $-20\ ^\circ\text{C}$  sampai  $+85\ ^\circ\text{C}$ .

MAX 6675 terdiri dari 5 pin yaitu : VCC , GND, SCK, CS, SO. Pin modul MAX6675 VCC dan GND sebagai pin untuk sumber tenaga, pin output modul MAX6675 SO ke pin 2 mikrokontroler, CS ke pin 3 mikrokontroler, SCK ke pin 4 mikrokontroler. Gambar 3.13 di bawah ini merupakan konfigurasi minimum sistem ATmega 328 dengan sensor termokopel dan MAX6675. Dan gambar 3.14 adalah foto dari termokopel.



**Gambar 3.13** Rangkaian Termokopel dengan MAX 6675



**Gambar 3.14** Foto Termokopel pada Ruang Oven

### 3.3.4 Konfigurasi LCD 20x4

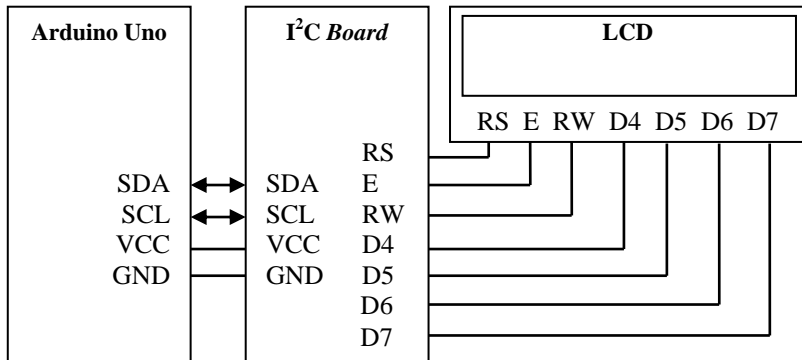
*Display* elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah salah satu jenis *display* elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari back-lit. LCD (*Liquid Cristal Display*) berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik.

Pin, kaki atau jalur input dan kontrol dalam suatu LCD (*Liquid Cristal Display*) diantaranya adalah :

- Pin Data adalah jalur untuk memberikan data karakter yang ingin ditampilkan menggunakan LCD (*Liquid Cristal Display*) dapat dihubungkan dengan bus data dari rangkaian lain seperti mikrokontroler dengan lebar data 8 bit.
- Pin RS (*Register Select*) berfungsi sebagai indikator atau yang menentukan jenis data yang masuk, apakah data atau perintah. Logika *low* menunjukan yang masuk adalah perintah, sedangkan logika *high* menunjukan data.
- Pin R/W (*Read Write*) berfungsi sebagai instruksi pada modul jika *low* tulis data, sedangkan *high* baca data.
- Pin E (*Enable*) digunakan untuk memegang data baik masuk atau keluar. Pin VLCD berfungsi mengatur kecerahan tampilan (kontras) dimana pin ini dihubungkan dengan trimpot 5K ohm,

jika tidak digunakan dihubungkan ke *ground*, sedangkan tegangan catu daya ke LCD sebesar 5 Volt.

Berikut merupakan skematik konfigurasi Mikrokontroler ATmega328 dengan LCD 20x4 yang ditampilkan pada gambar 3.15 :



**Gambar 3.15** Rangkaian I<sup>2</sup>C board dengan LCD 20x4

*Inter Integrated Circuit* atau sering disebut I<sup>2</sup>C adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didesain khusus untuk mengirim maupun menerima data. Sistem I<sup>2</sup>C terdiri dari saluran SCL (*Serial Clock*) dan SDA (*Serial Data*) yang membawa informasi data antara I<sup>2</sup>C dengan pengontrolnya.

Normalnya, LCD 20x4 dikendalikan secara parallel baik untuk jalur data maupun kontrolnya. Namun, jalur parallel akan memakan banyak pin di sisi kontroler. Setidaknya dibutuhkan 6 pin untuk mengendalikan sebuah modul LCD. Dengan demikian banyak memakai pin I/O pada suatu kontroler. Oleh karena itu, di butuhkan I<sup>2</sup>C board untuk mengubah jalur kendali LCD dari Parallel ke Serial. Sehingga hanya membutuhkan 4 jalur pin yaitu SDA, SCL, VCC, GND. Pada modul I<sup>2</sup>C board dilengkapi dengan potensio yang berfungsi untuk mengatur cerah pada LCD. Pin Data LCD di hubungkan dengan I<sup>2</sup>C board. Output SDA dan SCL pada I<sup>2</sup>C board dihubungkan dengan SDA dan SCL pada kontroler. Untuk melihat foto dari LCD dengan I<sup>2</sup>C board dapat dilihat pada gambar 3.16.

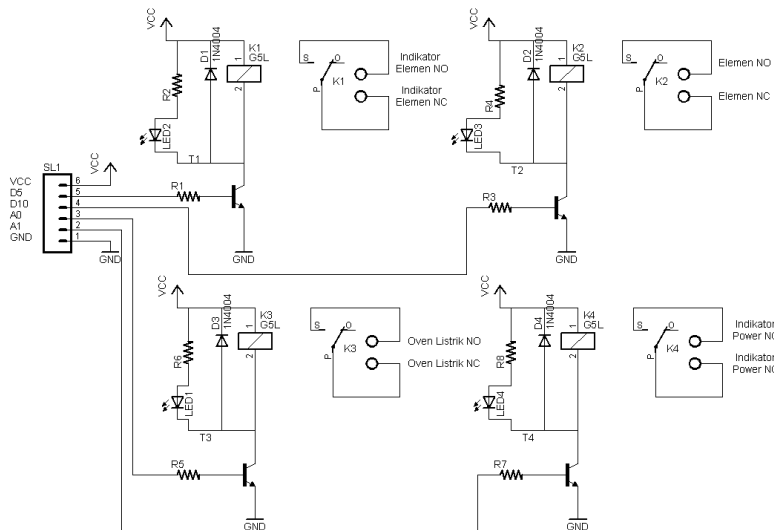


**Gambar 3.16** Foto LCD dengan I<sup>2</sup>C Board

### 3.3.5 Rangkaian *Driver Relay*

Rangkaian *driver relay* adalah Rangkaian elektronika yang dapat mengendalikan pengoperasian sesuatu dari jarak jauh.

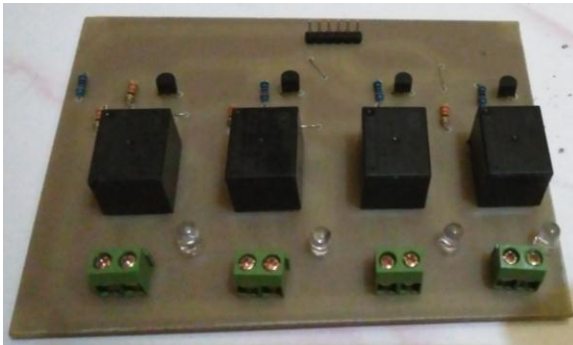
Pada prinsipnya *driver relay* digunakan sebagai saklar yang membedakan dapat dikontrol dengan menggunakan sebuah mikrokontroler sesuai dengan keinginan. Berikut adalah Skema rangkaian *Driver relay* ditunjukkan pada gambar 3.17 :



**Gambar 3.17** Rangkaian *Driver Relay*



Skema di atas adalah rangkaian *driver relay* menggunakan transistor NPN. Cara kerja rangkaian ini adalah relay dihubungkan antara rel positif dan kolektor dari transistor. Bila sinyal input melewati resistor ke dasar transistor, sirkuit bekerja dan menarik relay. Dioda berfungsi untuk menghilangkan kembali GGL ketika relay *switch off* dan melindungi transistor. LED berfungsi menunjukkan status dari relay dalam kondisi *On / OFF*. Foto rangkaian dari *driver relay* dapat dilihat pada gambar 3.18.

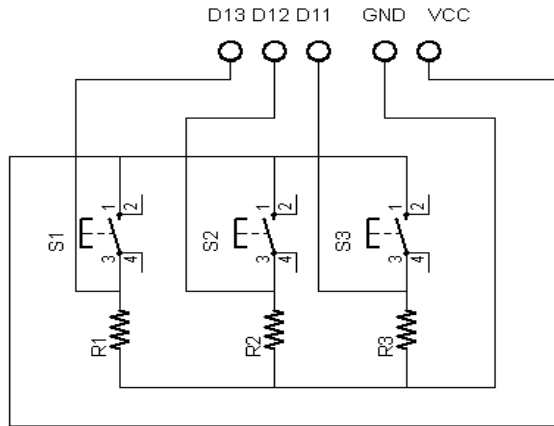


**Gambar 3.18** Foto Rangkaian *Driver Relay 5V*

### **3.3.6 Rangkaian *Push Button***

Rangkaian *push button* adalah Dimana *push button* akan dihubungkan dengan rangkaian resistor *pull-down*. Disebut demikian karena resistor tersebut terhubung ke *ground* (0V) sehingga jika tidak ada tegangan 5V yang masuk maka tegangan di titik tersebut menjadi 0V. Tanpa resistor *pull-down*, jika tidak ada tegangan 5V di PIN *Input* tersebut, maka PIN tersebut tidak jelas tegangannya, atau dikatakan *floating* (mengambang). Kondisi tegangan *floating* ini berbahaya, tidak jelas tegangannya dan bisa mengecoh.

Dengan adanya resistor *pull-down* tersebut, maka tegangan dipastikan 0V atau 5V. Pilih resistor yang cukup besar, misalnya 10k ohm agar arus yang mengalir sangat kecil. Gambar rangkaian dari *push button* dapat dilihat pada gambar 3.19. Sedangkan foto dari *push button* dapat dilihat pada gambar 3.20.



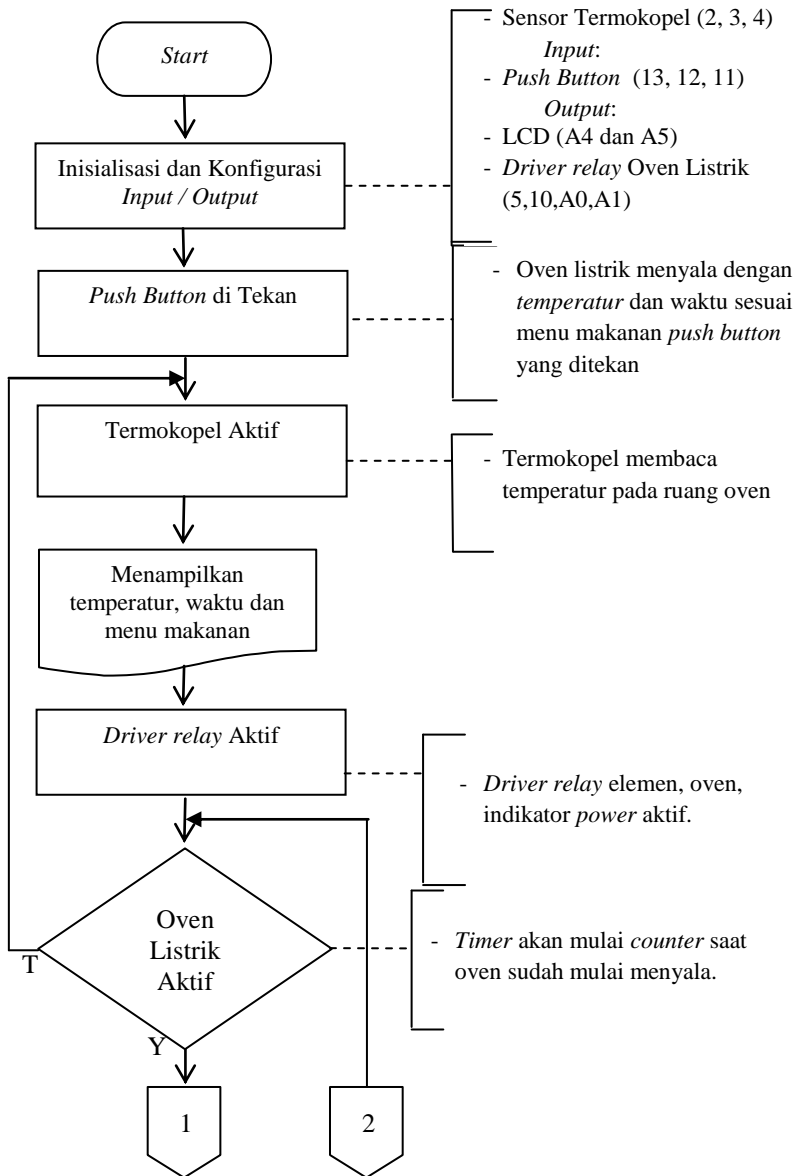
**Gambar 3.19** Rangkaian Resistor *Pull-Down Push Button*



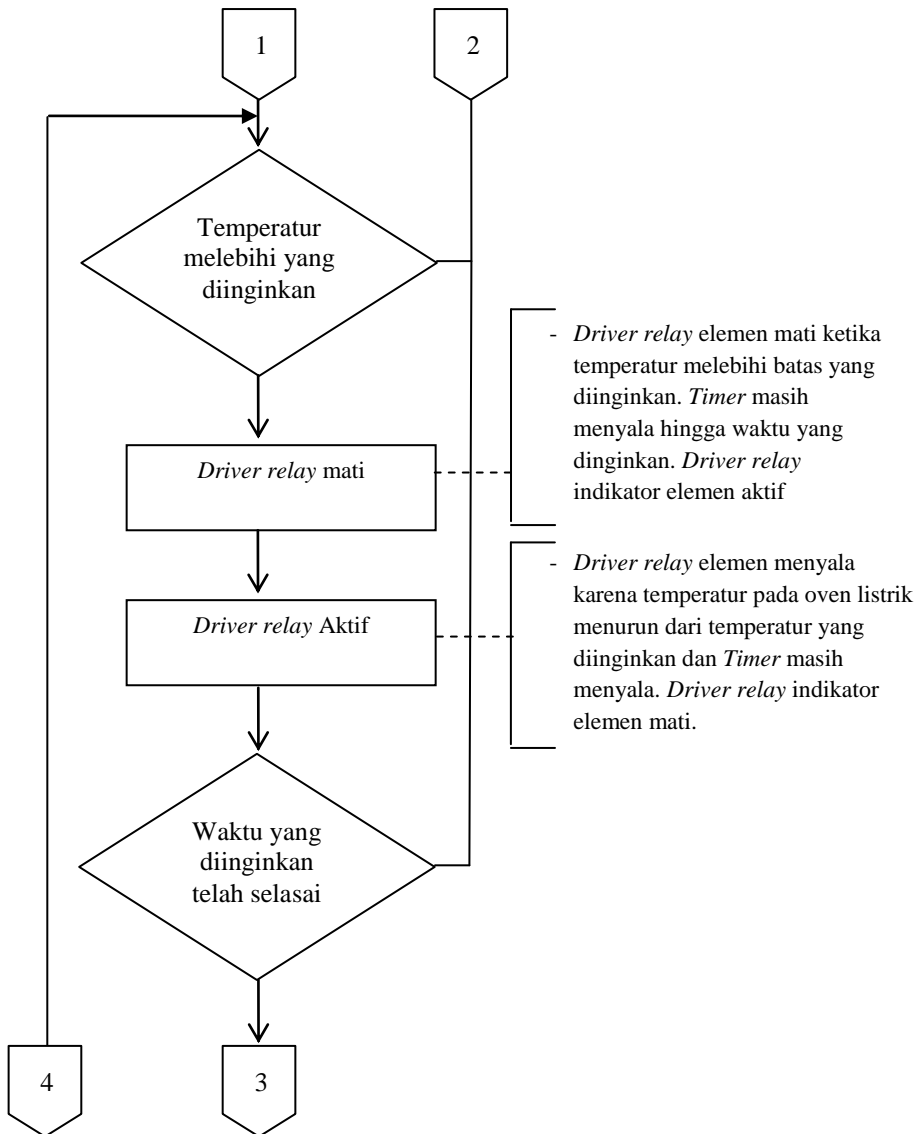
**Gambar 3.20** Foto *Push Button*

### 3.4 Perancangan Perangkat Lunak

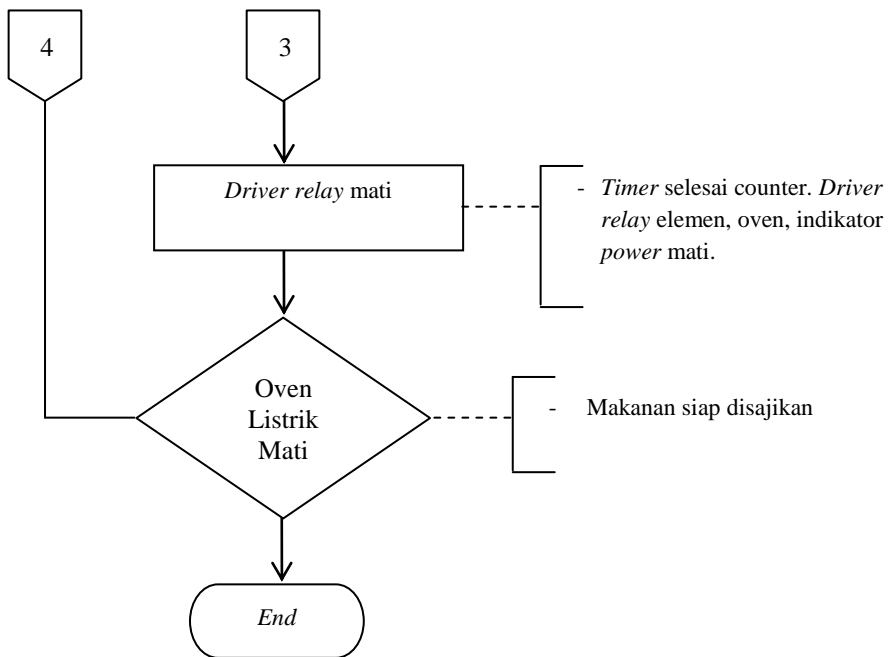
Dalam perangkat lunak, terdapat beberapa program yang harus dibuat agar temperatur dan waktu pada oven listrik dapat dikontrol dengan menggunakan *driver relay* dan Minimum Sistem ATMega 328 berdasarkan menu makanan yang akan di oven. Pada gambar 3.21 berikut merupakan *Flowchart* dan tahapan pembuatannya:



**Gambar 3.21** Flowchart Perancangan Keseluruhan



**Gambar 3.22** Lanjutan *Flowchart* Perancangan Keseluruhan



**Gambar 3.23** Lanjutan *Flowchart* Perancangan Keseluruhan

Untuk memudahkan dalam memahami *flowchart* di atas, maka akan dijelaskan pada tahap-tahap berikut ini.

## TAHAP 1

Pada tahap ini dilakukan inisialisasi dan konfigurasi pada setiap *input* dan *output* pada Arduino Uno. Terdapat 1 *input* , 2 *output* dan 1 sensor yang terpasang pada Arduino Uno yaitu :

1. Sensor termokopel yang menggunakan 3 pin ( 2, 3, 4 )
2. *Input push button* menggunakan 3 pin ( 13,12,11 )
3. *Output driver relay* menggunakan 4 pin ( 5, 10, A0, A1 )

Sedangkan *Output LCD (Liquid Crystal Display)* menggunakan pin Analog yaitu A4 dan A5 karena LCD menggunakan Modul I2C *board* maka komunikasi yang digunakan adalah SDA dan SCL. Pada gambar 3.24 berikut merupakan program untuk inisialisasi variabel.

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F ,2,1,0,4,5,6,7,3, POSITIVE);
#include <max6675.h>
const byte degreeSymbol=B11011111;
int thermo_so_pin = 2;
int thermo_cs_pin = 3;
int thermo_sck_pin = 4;
String buffer;
int button = 13;
int button1 = 12;
int button2 = 11;
int buttonstate = 0;
int button1state = 0;
int button2state = 0;
int Elemen = 10;
int ontimer = A0;
int lampu = A1;
int overheat = 5;
int Buzzer = 6;
int count=0;
MAX6675 thermocouple(thermo_sck_pin, thermo_cs_pin, thermo_so_pin);
float temperatur=0;
```

**Gambar 3.24** Program Inisialisasi Variabel

## TAHAP 2

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data berupa rangkaian *push button* yang digunakan untuk menentukan menu makanan yang akan di oven. Oven akan menyala ketika *push button* di tekan. Pada gambar 3.25 dibawah ini merupakan program rangkaian *push button*.

```
else if(buttonstate == HIGH){
    if(f11==0){
        lcd.clear(); delay(50);
        lcd.setCursor(4, 1);
        lcd.print("Menu Makanan");
        lcd.setCursor(8, 2);
        lcd.print("Roti");
        nadamanual();
        f11=1;
        Roti();
    }
}
else if(button1state == HIGH){
    if(f12==0){
        lcd.clear(); delay(50);
        lcd.setCursor(4, 1);
        lcd.print("Menu Makanan");
        lcd.setCursor(7, 2);
        lcd.print("Pizza");
        nadamanual();
        f12=1;
        Pizza();
    }
}
else if(button2state == HIGH){
    if(f13==0){
        lcd.clear(); delay(50);
        lcd.setCursor(4, 1);
        lcd.print("Menu Makanan");
        lcd.setCursor(6, 2);
        lcd.print("Roti Boy");
        nadamanual();
        f13=1;
        Rotiboy();
    }
}
```

**Gambar 3.25** Program Rangkaian *Push Button*

### TAHAP 3

Pada tahap ini dilakukan pengambilan data oleh sensor Termokopel. Kemudian data hasil pembacaan sensor ditampilkan pada LCD 20x4 untuk dilakukan monitoring temperatur pada oven listrik. Tidak hanya monitoring terhadap temperatur melainkan waktu nyala oven listrik dan makanan yang di oven akan di monitoring. Pada gambar 3.26 dibawah ini merupakan program monitoring temperatur, waktu dan makanan yang di oven.

```
temperatur = thermocouple.readCelsius();  
lcd.clear();  
lcd.setCursor(2, 0);  
lcd.print("Monitoring Oven");  
lcd.setCursor(0, 1);  
lcd.print(char(0));  
lcd.print(" = ");  
lcd.print(temperatur);  
lcd.write(degreeSymbol);  
lcd.print("C");  
lcd.setCursor(0, 2);  
lcd.print(char(1));  
lcd.print(" = ");  
lcd.print(i);  
lcd.print(" detik");  
lcd.setCursor(0, 3);  
lcd.print(char(2));  
lcd.print(" = Roti");
```

**Gambar 3.26** Program Monitoring Temperatur, Waktu dan Makanan



#### TAHAP 4

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data modul *driver relay* untuk mengatur nyala, matinya elemen dan oven listrik. Pada tahap ini akan diinisialisasi oven saat menyala, mati dan elemen saat menyala dan mati. Pada gambar 3.27 berikut merupakan program modul *driver relay*.

```
void ovenmenyala(){
    digitalWrite( Elemen ,HIGH);
    digitalWrite( ontimer,HIGH);
    digitalWrite( lampu,HIGH);
}
void elemennyala(){
    digitalWrite(Elemen,HIGH);
    digitalWrite(overheat,LOW);
}
void elemenmati(){
    digitalWrite(Elemen,LOW);
    digitalWrite(overheat,HIGH);
}
void ovenmati(){
    digitalWrite( Elemen ,LOW);
    digitalWrite( ontimer,LOW);
    digitalWrite( lampu,LOW);
    digitalWrite(overheat,LOW);
}
```

**Gambar 3.27** Program Modul Driver Relay

## TAHAP 5

Pada tahap ini tampilan awal oven listrik saat di nyalakan dari LCD 20x4. Pada gambar 3.28 ini merupakan program untuk tampilan pada LCD.

```
lcd.clear();  
delay(1000);  
lcd.setCursor(0, 0);  
lcd.print("PENGATUR TEMPERATUR");  
lcd.setCursor(2, 1);  
lcd.print("DAN PEWAKTU OVEN");  
lcd.setCursor(0, 2);  
lcd.print("LISTRIK MENGGUNAKAN");  
lcd.setCursor(9, 3);  
lcd.print("HP");  
delay(3000);  
lcd.clear();  
delay(1000);  
lcd.setCursor(0, 0);  
lcd.print("Inisialisasi");delay(1250);  
lcd.setCursor(2, 1);  
lcd.print("Mohon Tunggu");delay(1250);  
lcd.setCursor(12, 0);  
lcd.print(".");delay(2500);  
lcd.print(".");delay(2500);  
lcd.print(".");delay(1250);  
lcd.print(".");delay(1250);  
lcd.clear();  
}
```

**Gambar 3.28** Program Tampilan pada LCD

## TAHAP 6

Pada tahap ini dilakukan pengaturan temperatur dengan modul relay dimana jika sensor temperatur membaca temperatur ruangan oven maka elemen akan menyala hingga temperatur yang ditentukan, elemen akan mati jika temperatur melebihi yang ditentukan. Pengaturan waktu dengan modul relay juga dilakukan untuk mengatur waktu nyala oven listrik. Pada gambar 3.29 ini merupakan program untuk pengaturan temperatur dan gambar 3.30 ini merupakan program untuk pengaturan waktu.

```
temperatur = thermocouple.readCelsius();  
delay(5000);}  
if ( 20 < temperatur < 150){  
    elemennyalakan();  
}  
if(temperatur >= 150){  
    elemenmati();  
}
```

**Gambar 3.29** Program Pengaturan Temperatur

```
current_time=millis();  
if((current_time-time_)>=540000){  
    time_=current_time;  
    ovenmati();  
}
```

**Gambar 3.30** Program Pengaturan Waktu

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

## **BAB IV**

### **PENGUJIAN DAN PENGUKURAN**

Untuk mengetahui bahwa alat telah bekerja dengan benar maka perlu dilakukan pengujian alat yang meliputi pengujian perangkat keras dan pengujian perangkat lunak. Pengujian yang dilakukan pada peralatan untuk mengetahui kesesuaian antara teori dengan hasil perancangan, yaitu dengan mengetahui hasil pengukuran pada setiap perangkat yang telah dibuat.

#### **4.1 Kalibrasi Sensor Termokopel**

Kalibrasi adalah kegiatan untuk menentukan kebenaran konvensional nilai penunjukkan alat ukur dan bahan ukur dengan cara membandingkan terhadap standar ukur. Suatu sensor perlu dilakukan kalibrasi agar pengukurannya sesuai. Kalibrasi sensor Termokopel sendiri diperlukan sebuah alat yaitu “MASTECH MS7220 *Thermocouple Calibrator*”. Harga dari alat ini mencapai Rp. 2.550.000. Karena harganya mahal, maka untuk kalibrasi sensor termokopel dilakukan perbandingan dengan termometer. Kalibrasi dilakukan dengan cara membaca temperatur pada air yang mendidih. Air mendidih dengan temperatur 100°C. Hasil kalibrasi dapat dilihat pada tabel 4.1. Sedangkan foto dari kalibrasi sensor termokopel dapat dilihat pada gambar 4.1.

**Tabel 4.1** Hasil Kalibrasi Sensor Termokopel

No	Termokopel	Termometer	Error
1	100,25 °C	100,00 °C	-0,25%
2	100,75 °C	100,00 °C	-0,75%
3	100,75 °C	100,00 °C	-0,75%
4	100,50 °C	100,00 °C	-0,50%
5	100,25 °C	100,00 °C	-0,25%



**Gambar 4.1** Kalibrasi Termokopel dengan Termometer

## 4.2 Pengujian dan Pengukuran Letak Termokopel

Oven listrik merupakan alat yang digunakan untuk memasak, dan memanaskan suatu makanan dimana temperatur dapat diatur sesuai kebutuhan. Tujuan pengujian ini yaitu untuk mengetahui letak sensor temperatur yang tepat dan sesuai dengan temperatur yang tertera pada termostat. Pengukuran dilakukan menggunakan sensor temperatur termokopel *type* K dengan cara meletakkan sensor temperatur ke dalam oven listrik. Pengujian dilakukan dengan cara memindahkan letak sensor temperatur di beberapa bagian oven. Peletakan sensor dibagi menjadi beberapa tempat yaitu disisi belakang oven, disisi tengah oven dan disisi tengah oven dengan bagian sensor temperatur masuk semua kedalam oven.

### 4.2.1 Dibelakang dengan Probe 2 cm

- a. Temperatur 200°C waktu 6 menit ( temperatur awal 30,75°C). Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 4.2. Sedangkan hasil grafik dapat dilihat pada gambar 4.2.

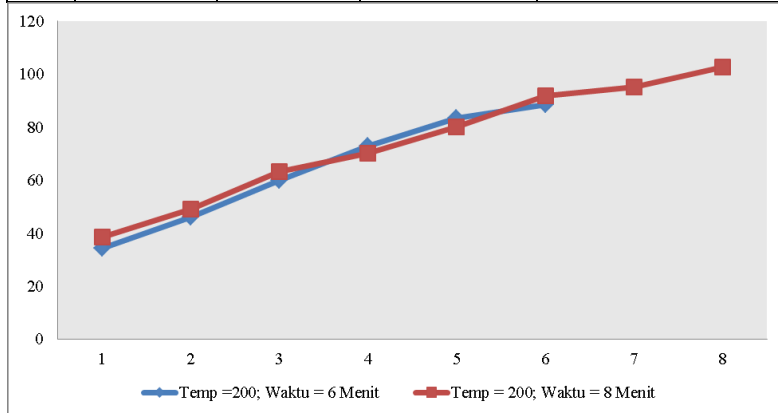
**Tabel 4.2** Pengukuran Temperatur 200°C waktu 6 menit

No	Waktu	Temperatur (°C)	Oven Listrik	Elemen
1	1 Menit	34,25	Nyala	Nyala
2	2 Menit	46,00	Nyala	Nyala
3	3 Menit	59,75	Nyala	Nyala
4	4 Menit	72,75	Nyala	Nyala
5	5 Menit	83,50	Nyala	Nyala
6	6 Menit	88,50	Mati	Mati

- b. Temperatur 200°C waktu 8 menit ( temperatur awal = 31,25°C). Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 4.3.

**Tabel 4.3** Pengukuran Temperatur 200°C Waktu 8 Menit

No	Waktu	Temperatur (°C)	Oven Listrik	Elemen
1	1 Menit	38,50	Nyala	Nyala
2	2 Menit	49,00	Nyala	Nyala
3	3 Menit	63,25	Nyala	Nyala
4	4 Menit	70,00	Nyala	Nyala
5	5 Menit	80,00	Nyala	Nyala
6	6 Menit	91,75	Nyala	Nyala
7	7 Menit	95,25	Nyala	Nyala
8	8 Menit	102,75	Mati	Mati



**Gambar 4.2** Grafik Sensor Dibelakang dengan Probe 2 cm

Berdasarkan tabel 4.2 dan tabel 4.3 pengukuran sensor temperatur dengan set temperatur pada bimetal oven listrik, didapatkan % error sebanyak 55,75% pada tabel 4.2 dan didapatkan % error sebanyak 48,625% pada tabel 4.3. Rata-rata % error pada pengujian ini sebanyak 52,18%. Untuk foto letak sensor termokopel dapat dilihat pada gambar 4.3.

%Error didapatkan dari rumus :

$$\%Error = \frac{Nilai\ Termostat - Nilai\ Termokopel\ Menit\ Terakhir \times 100\%}{Nilai\ Termokopel\ Menit\ Terakhir}$$



**Gambar 4.3** Foto Sensor dibelakang dengan Probe 2 cm

#### **4.2.2 Semua Bagian masuk ke dalam dengan Probe 2 cm**

- a. Temperatur 150°C waktu 10 menit ( temperatur awal = 31,00 °C ). Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 4.4. Sedangkan hasil grafik dapat dilihat pada gambar 4.4.

**Tabel 4.4** Pengukuran Temperatur 150°C Waktu 10 Menit

No	Waktu	Temperatur (°C)	Oven Listrik	Elemen
1	1 Menit	35,25	Nyala	Nyala
2	2 Menit	45,25	Nyala	Nyala
3	3 Menit	63,00	Nyala	Nyala
4	4 Menit	84,75	Nyala	Nyala
5	5 Menit	106,00	Nyala	Nyala
6	6 Menit	127,25	Nyala	Nyala
7	7 Menit	144,75	Nyala	Mati, selang 20 detik menyala
8	8 Menit	158,75	Nyala	Mati, selang 20 detik menyala
9	9 Menit	167,75	Nyala	Mati, selang 20 detik menyala
10	10 Menit	178,25	Mati	Mati



- b. Temperatur 200°C waktu 8 menit ( temperatur awal = 31,75 °C ). Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 4.5.

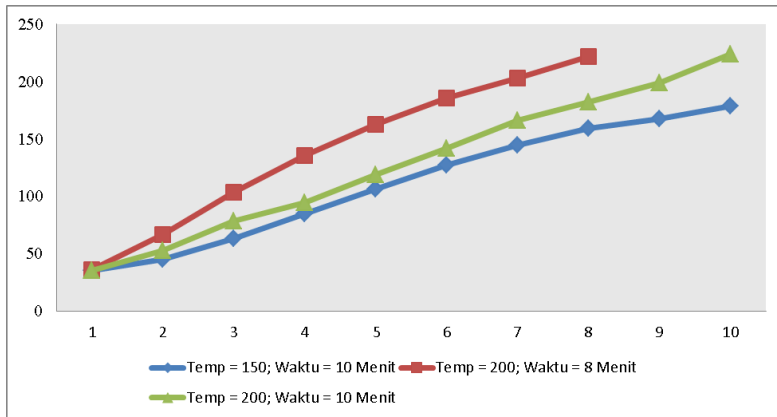
**Tabel 4.5** Pengukuran Temperatur 200°C Waktu 8 Menit

No	Waktu	Temperatur (°C)	Oven Listrik	Elemen
1	1 Menit	36,00	Nyala	Nyala
2	2 Menit	66,75	Nyala	Nyala
3	3 Menit	103,25	Nyala	Nyala
4	4 Menit	135,25	Nyala	Nyala
5	5 Menit	162,50	Nyala	Nyala
6	6 Menit	185,75	Nyala	Nyala
7	7 Menit	203,00	Nyala	Nyala
8	8 Menit	221,50	Mati	Mati

- c. Temperatur 200 °C waktu 10 menit ( Temperatur Awal = 30,75 °C ). Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 4.6.

**Tabel 4.6** Pengukuran Temperatur 200°C Waktu 10 Menit

No	Waktu	Temperatur (°C)	Oven Listrik	Elemen
1	1 Menit	35,25	Nyala	Nyala
2	2 Menit	52,75	Nyala	Nyala
3	3 Menit	78,50	Nyala	Nyala
4	4 Menit	94,50	Nyala	Nyala
5	5 Menit	119,00	Nyala	Nyala
6	6 Menit	141,50	Nyala	Nyala
7	7 Menit	166,00	Nyala	Nyala
8	8 Menit	181,75	Nyala	Nyala
9	9 Menit	198,75	Nyala	Nyala
10	10 Menit	223,75	Mati	Mati



**Gambar 4.4** Grafik Sensor Semua Bagian Masuk dengan Probe 2 cm

Berdasarkan tabel 4.4, tabel 4.5 dan tabel 4.6 pengukuran sensor temperatur dengan set temperatur pada bimetal oven listrik, didapatkan % error sebanyak -18,34% pada tabel 4.4, didapatkan % error sebanyak -10,5% pada tabel 4.5 dan didapatkan % error sebanyak -11,5% pada tabel 4.6. Rata-rata % error pada pengujian ini sebanyak -20,2%. Untuk foto letak sensor termokopel dapat dilihat pada gambar 4.5.



**Gambar 4.5** Foto Semua Bagian Sensor Masuk kedalam dengan Probe 2 cm

### 4.2.3 Ditengah dengan Probe 2 cm

- a. Temperatur 150°C waktu 10 menit ( temperatur awal = 31,25°C ). Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 4.7. Sedangkan hasil grafik dapat dilihat pada gambar 4.6.

**Tabel 4.7** Pengukuran Temperatur 150°C Waktu 10 Menit

No	Waktu	Temperatur (°C)	Oven Listrik	Elemen
1	1 Menit	36,50	Nyala	Nyala
2	2 Menit	57,50	Nyala	Nyala
3	3 Menit	79,00	Nyala	Nyala
4	4 Menit	97,75	Nyala	Nyala
5	5 Menit	113,25	Nyala	Nyala
6	6 Menit	125,25	Nyala	Nyala
7	7 Menit	130,75	Nyala	Nyala
8	8 Menit	136,50	Nyala	Nyala
9	9 Menit	138,75	Nyala	Nyala
10	10 Menit	140,75	Mati	Mati

- b. Temperatur 150°C waktu 20 menit (temperatur awal = 31,75°C). Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 4.8.

**Tabel 4.8** Pengukuran Temperatur 150°C Waktu 20 Menit

No	Waktu	Temperatur (°C)	Oven Listrik	Elemen
1	1 Menit	42,50	Nyala	Nyala
2	2 Menit	65,25	Nyala	Nyala
3	3 Menit	85,75	Nyala	Nyala
4	4 Menit	102,50	Nyala	Nyala
5	5 Menit	118,50	Nyala	Nyala
6	6 Menit	130,75	Nyala	Nyala
7	7 Menit	140,50	Nyala	Nyala
8	8 Menit	147,25	Nyala	Nyala
9	9 Menit	150,25	Nyala	Mati, selang 10 detik menyala
10	10 Menit	145,75	Nyala	Nyala
11	11 Menit	147,50	Nyala	Mati, selang 30 detik menyala
12	12 Menit	144,00	Nyala	Nyala
13	13 Menit	144,25	Nyala	Mati, selang 30 detik menyala
14	14 Menit	142,00	Nyala	Nyala
15	15 Menit	140,75	Nyala	Mati, selang 30 detik

				menyala
16	16 Menit	148,25	Nyala	Nyala
17	17 Menit	147,50	Nyala	Mati, selang 30 detik menyala
18	18 Menit	149,75	Nyala	Nyala
19	19 Menit	144,75	Nyala	Mati, selang 30 detik menyala
20	20 Menit	150,25	Mati	Mati

c. Temperatur 200°C waktu 10 menit (temperatur awal = 33,25°C). Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 4.9.

**Tabel 4.9** Pengukuran Temperatur 200°C Waktu 10 Menit

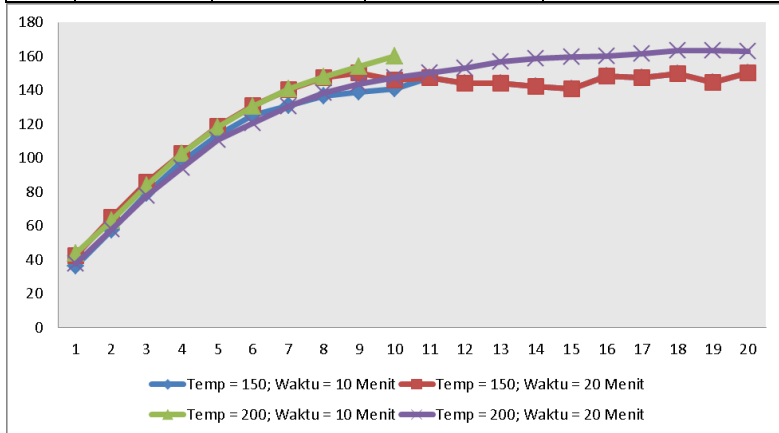
No	Waktu	Temperatur (°C)	Oven Listrik	Elemen
1	1 Menit	43,75	Nyala	Nyala
2	2 Menit	63,25	Nyala	Nyala
3	3 Menit	84,00	Nyala	Nyala
4	4 Menit	102,75	Nyala	Nyala
5	5 Menit	118,25	Nyala	Nyala
6	6 Menit	130,50	Nyala	Nyala
7	7 Menit	140,75	Nyala	Nyala
8	8 Menit	148,00	Nyala	Nyala
9	9 Menit	153,75	Nyala	Nyala
10	10 Menit	160,00	Mati	Mati

d. Temperatur 200°C waktu 20 menit ( temperatur awal = 29,50°C). Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 4.10.

**Tabel 4.10** Pengukuran Temperatur 200°C Waktu 20 Menit

No	Waktu	Temperatur (°C)	Oven Listrik	Elemen
1	1 Menit	37,50	Nyala	Nyala
2	2 Menit	58,00	Nyala	Nyala
3	3 Menit	77,75	Nyala	Nyala
4	4 Menit	94,25	Nyala	Nyala
5	5 Menit	110,75	Nyala	Nyala
6	6 Menit	120,75	Nyala	Nyala
7	7 Menit	130,50	Nyala	Nyala
8	8 Menit	138,50	Nyala	Nyala
9	9 Menit	143,75	Nyala	Nyala
10	10 Menit	147,25	Nyala	Nyala
11	11 Menit	150,25	Nyala	Nyala

12	12 Menit	153,00	Nyala	Nyala
13	13 Menit	156,75	Nyala	Nyala
14	14 Menit	158,75	Nyala	Nyala
15	15 Menit	159,50	Nyala	Nyala
16	16 Menit	160,25	Nyala	Nyala
17	17 Menit	161,50	Nyala	Nyala
18	18 Menit	163,50	Nyala	Nyala
19	19 Menit	163,25	Nyala	Nyala
20	20 Menit	163,00	Mati	Mati



**Gambar 4.6** Grafik Sensor Ditengah dengan Probe 2 cm

Berdasarkan tabel 4.7, tabel 4.8, tabel 4.9 dan tabel 4.10 pengukuran sensor temperatur dengan set temperatur pada bimetal oven listrik, didapatkan % error sebanyak 6,16% pada tabel 4.7, didapatkan % error sebanyak -0,16% pada tabel 4.8, didapatkan % error sebanyak 20% pada tabel 4.9 dan didapatkan % error sebanyak 18,5% pada tabel 4.10. Rata-rata % error pada pengujian ini sebanyak 11,125%. Untuk foto letak sensor termokopel dapat dilihat pada gambar 4.7.



**Gambar 4.7** Foto Sensor ditengah dengan Probe 2 cm

#### 4.2.4 Ditengah dengan Probe 10 cm

- a. Temperatur 100 °C waktu 10 menit (temperatur awal 34,00°C). Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 4.11. Sedangkan hasil grafik dapat dilihat pada gambar 4.8.

**Tabel 4.11** Pengukuran Temperatur 100°C Waktu 10 Menit

No	Waktu	Temperatur (°C)	Oven Listrik	Elemen
1	1 Menit	51,25	Nyala	Nyala
2	2 Menit	94,75	Nyala	Mati, selang 20 detik menyala
3	3 Menit	116,75	Nyala	Mati, selang 30 detik menyala
4	4 Menit	130,25	Nyala	Mati, selang 40 detik menyala
5	5 Menit	137,00	Nyala	Mati, selang 40 detik menyala
6	6 Menit	140,50	Nyala	Mati, selang 40 detik menyala
7	7 Menit	141,50	Nyala	Mati, selang 40 detik menyala
8	8 Menit	141,25	Nyala	Mati, selang 40 detik menyala
9	9 Menit	139,00	Nyala	Mati, selang 50 detik menyala
10	10 Menit	136,50	Mati	Mati

- b. Temperatur 150°C waktu 10 menit (temperatur awal 34,00 °C). Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 4.12.

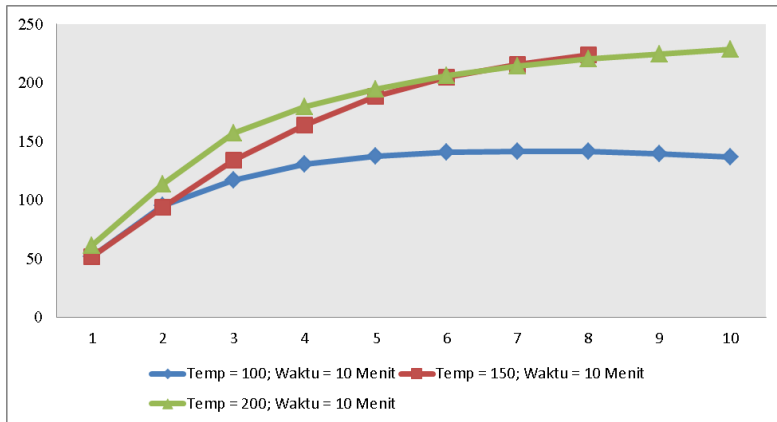
**Tabel 4.12** Pengukuran Temperatur 150°C Waktu 10 Menit

No	Waktu	Temperatur (°C)	Oven Listrik	Elemen
1	1 Menit	51,25	Nyala	Nyala
2	2 Menit	93,50	Nyala	Nyala
3	3 Menit	133,75	Nyala	Nyala
4	4 Menit	163,50	Nyala	Nyala
5	5 Menit	188,25	Nyala	Nyala
6	6 Menit	205,00	Nyala	Nyala
7	7 Menit	215,25	Nyala	Nyala
8	8 Menit	224,00	Nyala	Nyala
9	9 Menit	227,25	Nyala	Nyala
10	10 Menit	231,25	Mati	Mati

- c. Temperatur 200°C waktu 10 menit (temperatur awal 35,75 °C). Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 4.13.

**Tabel 4.13** Pengukuran Temperatur 200°C Waktu 10 Menit

No	Waktu	Temperatur (°C)	Oven Listrik	Elemen
1	1 Menit	61,25	Nyala	Nyala
2	2 Menit	113,75	Nyala	Nyala
3	3 Menit	156,75	Nyala	Nyala
4	4 Menit	179,25	Nyala	Nyala
5	5 Menit	194,50	Nyala	Nyala
6	6 Menit	206,25	Nyala	Nyala
7	7 Menit	214,50	Nyala	Nyala
8	8 Menit	220,25	Nyala	Nyala
9	9 Menit	224,25	Nyala	Nyala
10	10 Menit	228,50	Mati	Mati



**Gambar 4.8** Grafik Sensor Ditengah dengan Probe 10 cm

Berdasarkan tabel 4.11, tabel 4.12 dan tabel 4.13 pengukuran sensor temperatur dengan set temperatur pada bimetal oven listrik, didapatkan % error sebanyak -36% pada tabel 4.11, didapatkan % error sebanyak -54% pada tabel 4.12 dan didapatkan % error sebanyak -15,5% pada tabel 4.13. Rata-rata % error pada pengujian ini sebanyak -35,167%. Untuk foto letak sensor termokopel dapat dilihat pada gambar 4.9.



**Gambar 4.9** Foto Sensor ditengah dengan Probe 10 cm.



#### 4.2.5 Dibelakang dengan Probe 10 cm

- a. Temperatur 100 °C waktu 6 menit (temperatur awal 35,25°C). Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 4.14. Sedangkan hasil grafik dapat dilihat pada gambar 4.10.

**Tabel 4.14** Pengukuran Temperatur 100°C Waktu 6 Menit

No	Waktu	Temperatur (°C)	Oven Listrik	Elemen
1	1 Menit	52,25	Nyala	Nyala
2	2 Menit	73,50	Nyala	Mati, selang 20 detik menyala
3	3 Menit	87,50	Nyala	Mati, selang 30 detik menyala
4	4 Menit	92,50	Nyala	Mati, selang 30 detik menyala
5	5 Menit	96,50	Nyala	Mati, selang 40 detik menyala
6	6 Menit	101,25	Nyala	Mati

- b. Temperatur 150 °C waktu 8 menit (temperatur awal 35,75°C). Hasil pengukuran dapat dilihat padat 4.15.

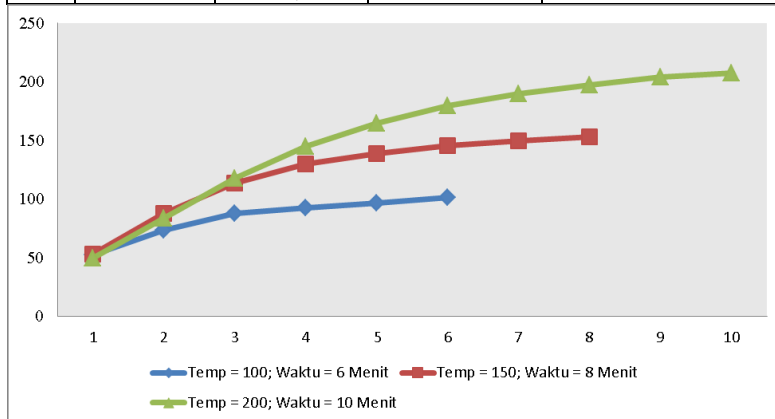
**Tabel 4.15** Pengukuran Temperatur 150°C Waktu 8 Menit

No	Waktu	Temperatur (°C)	Oven Listrik	Elemen
1	1 Menit	52,75	Nyala	Nyala
2	2 Menit	87,50	Nyala	Nyala
3	3 Menit	113,75	Nyala	Mati, selang 30 detik menyala
4	4 Menit	129,50	Nyala	Mati, selang 30 detik menyala
5	5 Menit	138,50	Nyala	Mati, selang 40 detik menyala
6	6 Menit	145,25	Nyala	Mati, selang 40 detik menyala
7	7 Menit	149,50	Nyala	Mati, selang 40 detik menyala
8	8 Menit	152,75	Nyala	Mati

- c. Temperatur 200°C waktu 10 menit (temperatur awal 35,75 °C). Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 4.16.

**Tabel 4.16** Pengukuran Temperatur 200°C Waktu 10 Menit

No	Waktu	Temperatur (°C)	Oven Listrik	Elemen
1	1 Menit	49,75	Nyala	Nyala
2	2 Menit	83,50	Nyala	Nyala
3	3 Menit	117,50	Nyala	Nyala
4	4 Menit	144,50	Nyala	Nyala
5	5 Menit	164,50	Nyala	Nyala
6	6 Menit	179,25	Nyala	Nyala
7	7 Menit	189,50	Nyala	Nyala
8	8 Menit	197,50	Nyala	Nyala
9	9 Menit	203,75	Nyala	Nyala
10	10 Menit	207,50	Mati	Mati



**Gambar 4.10** Grafik Sensor Dibelakang dengan Probe 10 cm

Berdasarkan tabel 4.14, tabel 4.15 dan tabel 4.16 pengukuran sensor temperatur dengan set temperatur pada bimetal oven listrik, didapatkan % error sebanyak -1,25% pada tabel 4.14, didapatkan % error sebanyak -1,83% pada tabel 4.15 dan didapatkan % error sebanyak -3,75% pada tabel 4.16. Rata-rata % error pada pengujian ini sebanyak -2,27%. Oven listrik akan mencapai temperatur yang di tentukan ketika mencapai waktu yang telah di tentukan. Jika temperatur melebihi batas yang ditentukan maka elemen pada oven listrik akan mati sementara waktu karena bimetal oven listrik memutus arus listrik pada elemen, dan akan menyala kembali ketika bimetal normal dalam posisi lurus

sehingga bimetal menyentuh kontak maka arus listrik mengalir kembali. Untuk foto letak sensor termokopel dapat dilihat pada gambar 4.11.



**Gambar 4.11** Foto Sensor dibelakang dengan Probe 10 cm.

### 4.3 Pengukuran Temperatur Oven Listrik dengan Menggunakan Modul Relay

Pengukuran dilakukan setelah didapatkan letak sensor termokopel yang tepat. Pengukuran temperatur oven listrik ini dilakukan untuk melihat apakah modul relay berfungsi sesuai dengan kondisi temperatur yang diinginkan. Pengukuran dilakukan dengan mengatur temperatur dan waktu yang diinginkan. Terdapat 4 channel modul relay yang digunakan. 4 channel modul relay tersebut digunakan pada oven listrik, elemen, lampu indikator power, dan lampu indikator elemen. Untuk melihat grafik pengukuran dapat dilihat pada gambar 4.12

#### 4.3.1 Temperatur 100°C Waktu 6 Menit

Temperatur awal 34,00°C. Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 4.17.

**Tabel 4.17** Pengukuran Temperatur 100°C Waktu 6 Menit

Waktu	Temperatur (°C)	Oven Listrik	Elemen	Indikator Power	Indikator Elemen
1 Menit	49,75	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
2 Menit	82,00	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
3 Menit	111,25	Nyala	Mati saat waktu 3,20 menit	Nyala	Nyala
4 Menit	108,25	Nyala	Mati	Nyala	Mati

5 Menit	96,75	Nyala	Nyala saat waktu 5,00 menit	Nyala	Mati
6 Menit	101,75	Mati	Mati	Mati	Mati

#### 4.3.2 Temperatur 100°C Waktu 10 Menit

Temperatur awal 34,00°C. Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 4.18.

**Tabel 4.18** Pengukuran Temperatur 100°C Waktu 10 Menit

Waktu	Temperatur (°C)	Oven Listrik	Elemen	Indikator Power	Indikator Elemen
1 Menit	49,50	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
2 Menit	86,25	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
3 Menit	112,50	Nyala	Mati saat waktu 2,25 menit	Nyala	Nyala
4 Menit	110,75	Nyala	Mati	Nyala	Nyala
5 Menit	102,50	Nyala	Mati	Nyala	Nyala
6 Menit	98,50	Nyala	Nyala saat waktu 5,20 menit	Nyala	Mati
7 Menit	105,25	Nyala	Mati saat waktu 6,05 menit	Nyala	Nyala
8 Menit	100,25	Nyala	Nyala saat waktu 8,05 menit	Nyala	Mati
9 Menit	104,00	Nyala	Mati saat waktu 8,45 menit	Nyala	Nyala
10 Menit	102,50	Mati	Mati	Mati	Mati

#### 4.3.3 Temperatur 150°C Waktu 10 Menit

Temperatur awal 34,50 °C. Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 4.19.

**Tabel 4.19** Pengukuran Temperatur 150°C Waktu 10 menit

Waktu	Temperatur (°C)	Oven Listrik	Elemen	Indikator Power	Indikator Elemen
1 Menit	50,75	Nyala	Nyala	Nyala	Mati

2 Menit	86,25	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
3 Menit	121,25	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
4 Menit	150,75	Nyala	Mati saat waktu 4 menit	Nyala	Nyala
5 Menit	152,25	Nyala	Mati	Nyala	Nyala
6 Menit	147,75	Nyala	Nyala saat waktu 5,15 menit	Nyala	Mati
7 Menit	151,50	Nyala	Mati saat waktu 6,15 menit	Nyala	Nyala
8 Menit	148,75	Nyala	Nyala saat waktu 7,15 menit	Nyala	Mati
9 Menit	150,75	Nyala	Mati saat waktu 8,10 menit	Nyala	Nyala
10 Menit	153,75	Mati	Mati	Mati	Mati

#### 4.3.4 Temperatur 150°C Waktu 15 Menit

Temperatur awal 36,50 °C. Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 4.20.

**Tabel 4.20** Pengukuran Temperatur 150°C Waktu 15 Menit

Waktu	Temperatur (°C)	Oven Listrik	Elemen	Indikator Power	Indikator Elemen
1 Menit	50,25	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
2 Menit	85,75	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
3 Menit	121,50	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
4 Menit	150,75	Nyala	Mati saat waktu 4 menit	Nyala	Nyala
5 Menit	153,00	Nyala	Mati	Nyala	Nyala
6 Menit	148,00	Nyala	Nyala saat waktu 5,15 menit	Nyala	Mati
7 Menit	151,75	Nyala	Mati saat waktu 6,15	Nyala	Nyala

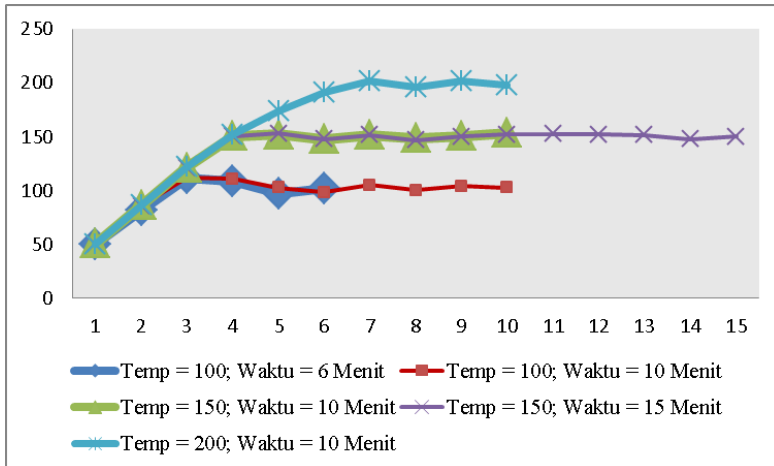
			menit		
8 Menit	147,00	Nyala	Nyala saat waktu 7,20 menit	Nyala	Mati
9 Menit	150,25	Nyala	Mati saat waktu 8,15 menit	Nyala	Nyala
10 Menit	152,25	Nyala	Nyala saat waktu 9,05 menit dan mati saat waktu 9,50 menit	Nyala	Mati saat waktu 9,05 dan menyala saat waktu 9,50 menit
11 Menit	152,75	Nyala	Nyala saat waktu 10,30 menit	Nyala	Mati saat waktu 10,30 menit
12 Menit	152,00	Nyala	Mati saat waktu 11,10 menit	Nyala	Nyala saat waktu 11,10 menit
13 Menit	151,75	Nyala	Nyala saat waktu 12,15 menit dan mati saat 12,50 menit	Nyala	Mati saat waktu 12,15 menit dan nyala saat waktu 12,50 menit
14 Menit	147,75	Nyala	Nyala saat waktu 13,35 menit dan mati saat waktu 14,10 menit	Nyala	Mati saat waktu 13,35 menit dan nyala saat waktu 14,10 menit
15 Menit	150,25	Mati	Mati	Mati	Mati

#### 4.3.5 Temperatur 200°C Waktu 10 Menit

Temperatur awal 35,25 °C. Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 4.21 dan gambar 4.26.

**Tabel 4.21** Pengukuran Temperatur 200°C Waktu 10 Menit

Waktu	Temperatur (°C)	Oven Listrik	Elemen	Indikator Power	Indikator Elemen
1 Menit	50,00	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
2 Menit	86,25	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
3 Menit	122,50	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
4 Menit	151,75	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
5 Menit	174,25	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
6 Menit	191,50	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
7 Menit	201,50	Nyala	Mati saat waktu 6,40 menit	Nyala	Nyala Mati saat waktu 6,40 menit
8 Menit	195,75	Nyala	Nyala saat waktu 7,20 menit	Nyala	Mati saat waktu 7,20 menit
9 Menit	202,00	Nyala	Mati saat waktu 8,45 menit dan nyala saat waktu 9,15 menit	Nyala	Nyala saat waktu 8,45 menit dan mati saat waktu 9,15 menit
10 Menit	197,75	Mati	Mati	Mati	Mati



**Gambar 4.12** Grafik Temperatur Oven Listrik dengan Menggunakan Modul Relay

Berdasarkan tabel 4.17, tabel 4.18, tabel 4.19, tabel 4.20 dan tabel 4.21. Pengukuran sensor temperatur dengan menggunakan modul relay, didapatkan % error sebanyak -1,75% pada tabel 4.17, didapatkan % error sebanyak -2,5% pada tabel 4.18, didapatkan % error sebanyak -2,5% pada tabel 4.19, didapatkan % error sebanyak -0,167% pada tabel 4.20 dan didapatkan % error sebanyak 1,125% pada tabel 4.21

#### 4.4 Pengujian LCD 20x4

LCD 20x4 digunakan untuk menampilkan temperatur, waktu dan menu makanan saat oven menyala. Gambar 4.13 dan gambar 4.14 di bawah ini merupakan tampilan awal dari LCD.



**Gambar 4.13** Tampilan Awal LCD





**Gambar 4.14** Tampilan Awal LCD

Untuk tampilan *monitoring* temperatur oven dapat dilihat pada gambar 4.15.



**Gambar 4.15** Tampilan *Monitoring* Temperatur LCD

#### 4.5 Pengujian Rangkaian *Push Button*

*Push Button* adalah sebuah saklar sederhana, Pengujian ini dilakukan dengan cara menekan *push button* hingga LCD menampilkan menu makanan. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui *push button* sesuai dengan menu makanan yang sudah ditentukan. Untuk melihat hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.22 dan untuk melihat hasil LCD dapat dilihat pada Lampiran b.

**Tabel 4.22** Pengujian Rangkaian *Push Button*

No	Push Button	Roti	Pizza	Rotiboy
1	Hijau	1	0	0
2	Hjau	1	0	0
3	Merah	0	1	0
4	Merah	0	1	0
5	Kuning	0	0	1
6	Kuning	0	0	1

Berdasarkan tabel 4.22 *push button* hijau untuk roti, *push button* merah untuk pizza, *push button* kuning untuk rotiboy.

#### 4.6 Pengujian dan Pengukuran Berdasarkan Menu Makanan

Pengujian dan pengukuran berdasarkan menu makanan ini bertujuan untuk membuktikan bahwa yang ditampilkan pada LCD sesuai dengan temperatur dan waktu yang ditentukan.

Tegangan dari keseluruhan sistem disuplai dari *power supply*. Saat *power supply* terhubung ke tegangan AC 220V, maka keseluruhan bagian akan bekerja. Di dalam LCD akan tertampil tampilan awal LCD. Beberapa waktu kemudian akan tertampil temperatur yang terdapat di dalam ruang oven. Oven listrik dapat digunakan secara manual dan otomatis. Indikator waktu oven listrik manual adalah lampu berwarna *orange*, sedangkan indikator waktu oven listrik otomatis adalah lampu berwarna hijau.

Temperatur dan waktu oven listrik ditentukan berdasarkan menu makanan. Untuk memilih menu makanan dapat dilakukan dengan menekan *push button* makanan yang diinginkan. Kondisi temperatur dalam ruang oven dibaca oleh sensor termokopel yang keluarannya adalah masukan bagi mikrokontroler. Saat temperatur lebih tinggi dari yang ditentukan maka *driver relay* elemen pemanas akan mati dan saat temperatur lebih kecil dari yang diinginkan maka *driver relay* elemen pemanas akan menyala kembali. Saat elemen pemanas mati, indikator lampu warna merah akan menyala saat elemen pemanas hidup, indikator lampu warna merah akan mati. *Driver relay* oven listrik akan mati ketika waktu yang ditentukan sudah terpenuhi dan akan memutus semua arus listrik pada oven. Temperatur, waktu dan menu makan akan tertampil pada tampilan LCD 20x4. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil data temperatur dan waktu tiap 1 menit. Gambar pengujian seluruh sistem dapat dilihat pada lampiran b.

##### 4.6.1 Menu Makanan Roti

*Push Button* hijau dengan menu roti. Temperatur yang digunakan yaitu 150°C dengan waktu 8 menit. Hasil dari pengukuran ditampilkan pada tabel 4.23, 4.24 dan 4.25. Grafik pengukuran dapat dilihat pada gambar 4.16.

**Tabel 4.23** Pengukuran Roti dengan Temperatur Awal = 34,75°C

Waktu	Temperatur (°C)	Oven Listrik	Elemen	Indikator Power	Indikator Elemen
1 Menit	50,75	Nyala	Nyala	Nyala	Mati

2 Menit	86,50	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
3 Menit	122,00	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
4 Menit	150,25	Nyala	Mati saat waktu 4 menit	Nyala	Nyala saat waktu 4 menit
5 Menit	151,50	Nyala	Nyala saat waktu 5,15 menit dan Mati saat waktu 5,55 menit	Nyala	Mati saat waktu 5,15 menit dan Nyala saat waktu 5,55 menit
6 Menit	150,75	Nyala	Nyala saat waktu 6,35 menit	Nyala	Mati saat waktu 6,35 menit
7 Menit	148,50	Nyala	Mati saat waktu 7,15 menit dan Nyala saat waktu 7,50 menit	Nyala	Nyala saat waktu 7,15 menit dan Mati saat waktu 7,50 menit
8 Menit	149,25	Mati	Mati	Mati	Mati

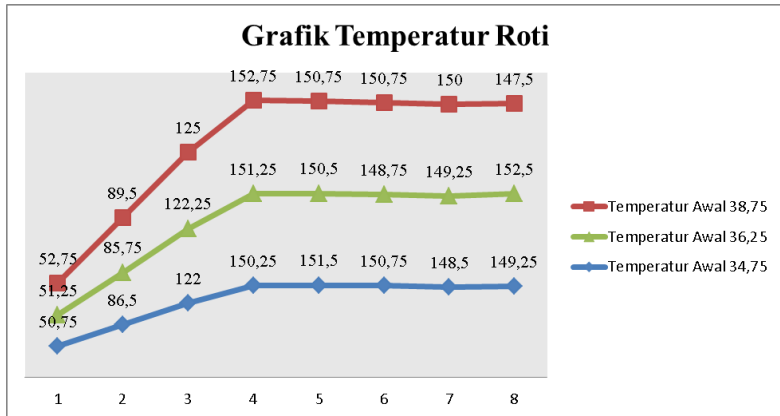
**Tabel 4.24** Pengukuran Roti dengan Temperatur Awal = 36,25°C

Waktu	Temperatur (°C)	Oven Listrik	Elemen	Indikator Power	Indikator Elemen
1 Menit	51,25	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
2 Menit	85,75	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
3 Menit	122,25	Nyala	Mati saat waktu 3,55 menit	Nyala	Nyala saat waktu 3,55 menit
4 Menit	151,25	Nyala	Mati	Nyala	Nyala
5 Menit	150,50	Nyala	Nyala saat waktu 5,10 menit dan	Nyala	Mati saat waktu 5,10 menit dan
6 Menit	148,75	Nyala	Mati saat waktu 6,05 menit dan Nyala saat	Nyala	Nyala saat waktu 6,05 menit dan Mati saat

			waktu 6,55 menit		waktu 6,55 menit
7 Menit	149,25	Nyala	Mati saat waktu 7,40 menit	Nyala	Nyala saat waktu 7,40 menit
8 Menit	152,50	Mati	Mati	Mati	Mati

**Tabel 4.25** Pengukuran Roti dengan Temperatur Awal = 38,75°C

Waktu	Tempera tur (°C)	Oven Listrik	Elemen	Indikator Power	Indikator Elemen
1 Menit	52,75	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
2 Menit	89,50	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
3 Menit	125,00	Nyala	Mati saat waktu 3,55 menit	Nyala	Nyala saat waktu 3,55 menit
4 Menit	152,75	Nyala	Mati	Nyala	Nyala
5 Menit	150,75	Nyala	Nyala saat waktu 5,10 menit dan mati saat waktu 5,55 menit	Nyala	Mati saat waktu 5,10 menit dan nyala saat waktu 5,55 menit
6 Menit	150,75	Nyala	Nyala saat waktu 6,30 menit	Nyala	Mati saat waktu 6,30 menit
7 Menit	150,00	Nyala	Mati saat waktu 7 menit	Nyala	Nyala saat waktu 7 menit
8 Menit	147,50	Mati	Mati	Mati	Mati



**Gambar 4.16** Grafik Temperatur Roti

Berdasarkan tabel 4.23, tabel 4.24 dan tabel 4.25 pengukuran temperatur pada pengujian seluruh sistem dengan menu makanan roti panggang, didapatkan % error sebanyak 1,00 % pada tabel 4.23, didapatkan % error sebanyak -2,00 % pada tabel 4.24 dan didapatkan % error sebanyak 2,00% pada tabel 4.25.

#### 4.6.2 Menu Makanan Pizza

*Push Button* merah dengan menu pizza. Temperatur yang digunakan pizza yaitu 200°C dengan waktu 9 menit. Hasil dari pengukuran ditampilkan pada tabel 4.26, 4.27 dan 4.28. Grafik pengukuran dapat dilihat pada gambar 4.17

**Tabel 4.26** Pengukuran Pizza dengan Temperatur Awal = 36,00°C

Waktu	Temperatur (°C)	Oven Listrik	Elemen	Indikator Power	Indikator Elemen
1 Menit	50,75	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
2 Menit	87,00	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
3 Menit	122,00	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
4 Menit	150,25	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
5 Menit	171,50	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
6 Menit	186,50	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
7 Menit	198,50	Nyala	Mati saat waktu 7,05 menit dan Nyala saat waktu 7,35 menit	Nyala	Nyala saat waktu 7,05 menit dan mati saat waktu 7,30 menit
8 Menit	197,50	Nyala	Mati saat waktu 8,45 menit	Nyala	Nyala saat waktu 8,45 menit
9 Menit	198,75	Mati	Mati	Mati	Mati

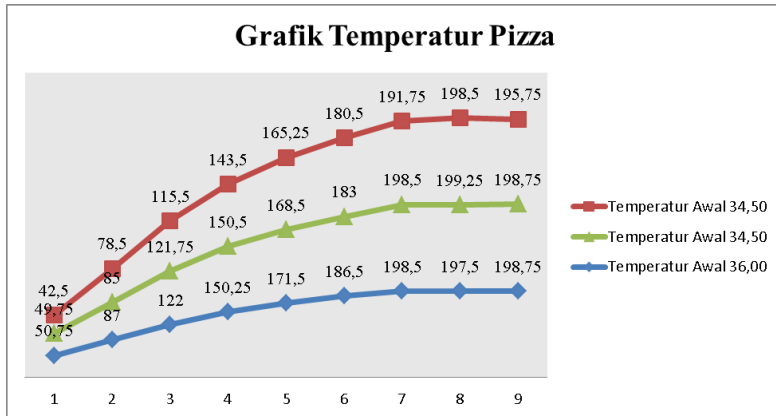
**Tabel 4.27** Pengukuran Pizza dengan Temperatur Awal = 34,50°C

Waktu	Temperatur (°C)	Oven Listrik	Elemen	Indikator Power	Indikator Elemen
1 Menit	49,75	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
2 Menit	85,00	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
3 Menit	121,75	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
4 Menit	150,50	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
5 Menit	168,50	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
6 Menit	183,00	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
7 Menit	198,50	Nyala	Mati saat	Nyala	Nyala saat

			waktu 7,11 menit dan nyala saat waktu 7,55 menit		waktu 7,11 menit dan mati saat 7,55 menit
8 Menit	199,25	Nyala	Mati saat waktu 8,40 menit dan nyala saat waktu 8,25 menit	Nyala	Nyala saat waktu 8,40 menit dan mati saat waktu 8,25 menit
9 Menit	198,75	Mati	Mati	Mati	Mati

**Tabel 4.28** Pengukuran Pizza dengan Temperatur Awal = 34,50°C

Waktu	Tempera tur (°C)	Oven Listrik	Elemen	Indikator Power	Indikator Elemen
1 Menit	42,50	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
2 Menit	78,50	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
3 Menit	115,50	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
4 Menit	143,50	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
5 Menit	165,25	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
6 Menit	180,50	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
7 Menit	191,75	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
8 Menit	198,50	Nyala	Mati saat waktu 8,10 menit	Nyala	Nyala saat waktu 8,10 menit
9 Menit	195,75	Mati	Mati	Mati	Mati



**Gambar 4.17** Grafik Temperatur Pizza

Berdasarkan tabel 4.26, tabel 4.27 dan tabel 4.28 pengukuran temperatur pada pengujian keseluruhan sistem dengan menu makanan pizza, didapatkan % error sebanyak 0,625 % pada tabel 4.26, didapatkan % error sebanyak 0,625 % pada tabel 4.27 dan didapatkan % error sebanyak 2,125 % pada tabel 4.28.

#### 4.6.3 Menu Makanan Rotiboy

*Push Button* kuning dengan menu rotiboy. Temperatur yang digunakan rotiboy yaitu 180°C dengan waktu 6 menit. Hasil dari pengukuran ditampilkan pada tabel 4.29, 4.30 dan 4.31. Grafik pengukuran dapat dilihat pada gambar 4.18.

**Tabel 4.29** Pengukuran Rotiboy dengan Temperatur Awal = 37,00°C

Waktu	Temperatur (°C)	Oven Listrik	Elemen	Indikator Power	Indikator Elemen
1 Menit	49,25	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
2 Menit	83,25	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
3 Menit	117,25	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
4 Menit	144,00	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
5 Menit	165,00	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
6 Menit	179,75	Mati	Mati	Mati	Mati

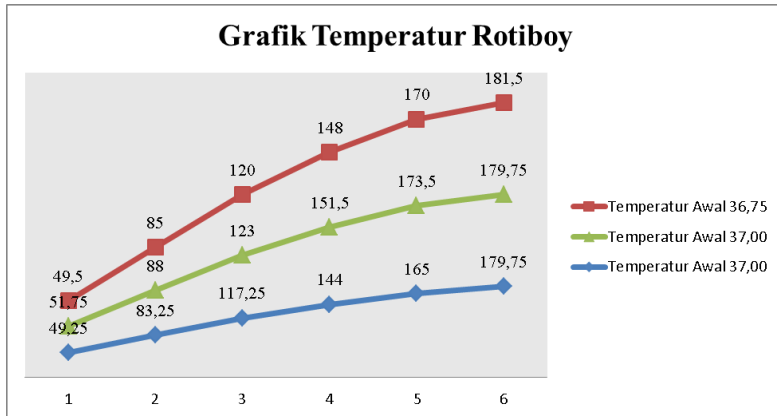


**Tabel 4.30** Pengukuran Rotiboy dengan Temperatur Awal = 37,00°C

Waktu	Temperatur (°C)	Oven Listrik	Elemen	Indikator Power	Indikator Elemen
1 Menit	51,75	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
2 Menit	88,00	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
3 Menit	123,00	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
4 Menit	151,50	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
5 Menit	173,50	Nyala	Mati saat waktu 5,20 menit	Nyala	Nyala saat waktu 5,20 menit
6 Menit	179,75	Mati	Mati	Mati	Mati

**Tabel 4.31** Pengukuran Rotiboy dengan Temperatur Awal = 36,75°C

Waktu	Temperatur (°C)	Oven Listrik	Elemen	Indikator Power	Indikator Elemen
1 Menit	49,50	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
2 Menit	85,00	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
3 Menit	120,00	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
4 Menit	148,00	Nyala	Nyala	Nyala	Mati
5 Menit	170,00	Nyala	Mati saat waktu 5,55 menit	Nyala	Nyala saat waktu 5,55 menit
6 Menit	181,50	Mati	Mati	Mati	Mati



**Gambar 4.18** Grafik Temperatur Rotiboy

Berdasarkan tabel 4.29, tabel 4.30 dan tabel 4.31 pengukuran temperatur pada pengujian keseluruhan sistem dengan menu makanan rotiboy, didapatkan % error sebanyak 0,14 % pada tabel 4.29, didapatkan % error sebanyak -0,14 % pada tabel 4.30 dan didapatkan % error sebanyak 0,28% pada tabel 4.31.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil pengujian serta pengukuran dari pengaturan temperatur dan pewaktu oven listrik menggunakan mikrokontroler ATmega 328 dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil kalibrasi sensor Termokopel di dapatkan bahwa nilai dari sensor temperatur sama dengan nilai temperatur yang ditunjukkan termometer. Rata – rata % error perbandingan termokopel dengan termometer adalah sebesar -0,5%
2. Letak sensor Termokopel efisien berada di bagian belakang dengan panjang probe 10 cm. Dengan rata – rata % error adalah sebesar -2,276%.
3. Rata – rata % error pengukuran temperatur oven listrik dengan menggunakan relay adalah sebesar -1,158%.
4. Pengaturan temperatur dan waktu dilakukan dengan cara membedakan berdasarkan menu makanan yang akan di oven.  
Rata – rata % error menu makanan :
  - a. Roti Panggang = 1,667%
  - b. Pizza = 1,125%
  - c. Rotiboy = 0,187%

#### **5.2 Saran**

Untuk pengembangan alat selanjutnya sebaiknya pintu oven listrik dapat dibuka dan mengeluarkan makanan secara otomatis agar saat mengeluarkan makanan tidak terkena panas dari oven listrik. Jika ingin menambahkan menu makanan pada program dapat menggunakan Arduino Mega yang memiliki Memori lebih banyak daripada ATmega 328.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lung, Wonchul ; You, longwoo; Won, Sangchul. "Temperature Monitoring system for Inductive Heater Oven". Seoul. 2008.
- [2] Rahman, Md. Masudur; Jannat, Noor E; Islam, Mohd. Ohidul; Salakin, Md. Serazus. "Arduino and GSM Based Smart Energy Meter for Advanced Metering and Billing System". Bangladesh, 2015.
- [3] Andrianthro, Heri; Darmawan, Aan. "Arduino Belajar Cepat dan Pemrograman". Informatika. Bandung. 2015.
- [4] Purnama, Agus. 2012. "LCD ( Liquid Cristal Display )". <https://elektronika-dasar.web.id/lcd-liquid-cristal-display/> (diakses tanggal 4 Maret 2017)
- [5] Kho, Dickson. 2017. "Pengertian Termokopel (Thermocouple) dan Prinsip Kerjanya". <http://teknikelektronika.com/pengertian-termokopel-thermocouple-dan-prinsip-kerjanya/> (diakses tanggal 4 Maret 2017)
- [6] Kristanto, Sigit Adi; Indarto, Bachtera. *Penggunaan Termokopel Tipe K Berbasis Mikrokontroler ATmega16 untuk Mengukur Suhu Rendah di Mesin Kriogenik*. "Jurnal Sains dan Seni Pomits Vol. 2". Jurusan Fisika. Surabaya. 2013.
- [7] Rohmadi. 2014. "MAX6675 K-Type Thermocouple Temperature Sensor". <http://rohmedi.my.id/2014/09/21/max6675-k-type-thermocouple-temperature-sensor/> (diakses tanggal 8 Maret 2017)
- [8] K., Abdul. "Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemogramannya menggunakan Arduino". Andi Offset. Yogyakarta, 2013.
- [9] W.D., Cooper. "Instrumentasi Elektronika dan Teknik Pengukuran". Erlangga. Jakarta. 1985.
- [10] M. Hudha Lesmana. *Pengaturan Temperatur dan Kelembapan pada Alat Pengering Kayu menggunakan Mikrokontroler*. "Tugas Akhir". Program Studi D3 Teknik Elektro. Surabaya. 2009.

----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

## LAMPIRAN A

### A.1 Listing Program

```
unsigned long current_time;
unsigned long time_ = 0;
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F ,2,1,0,4,5,6,7,3, POSITIVE);
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial sim900(7, 8);
#include <max6675.h>
const byte degreeSymbol=B11011111;
int thermo_so_pin = 2;
int thermo_cs_pin = 3;
int thermo_sck_pin = 4;
String buffer;
int button = 13;
int button1 = 12;
int button2 = 11;
int buttonstate = 0;
int button1state = 0;
int button2state = 0;
int Elemen = 10;
int ontimer = A0;
int lampu = A1;
int overheat = 5;
int Buzzer = 6;
int count=0;
MAX6675 thermocouple(thermo_sck_pin, thermo_cs_pin,
thermo_so_pin);
float temperatur=0;
char currentLine[500] = "";
int currentLineIndex = 0;
bool nextLineIsMessage = false;
String numb;
String smsmsg = "";
int f=0;
int f2=0;
int f3=0;
int f4=0;
```

```
int f5=0;
int f6=0;
int f7=0;
int f8=0;
int f9=0;
int f10=0;
int f11=0;
int f12=0;
int f13=0;
int f14=0;
int f15=0;
int f16=0;
int i=0;
```

```
byte suhuu[8] = {
    0b00100,
    0b01010,
    0b01010,
    0b01010,
    0b01010,
    0b01010,
    0b10001,
    0b10001,
    0b01110
```

```
};
```

```
byte waktu[8] = {
    0b00000,
    0b11111,
    0b10101,
    0b10101,
    0b10111,
    0b10001,
    0b11111,
    0b00000
```

```
};
```

```
byte food[8] = {
    0b00000,
    0b00100,
    0b01010,
    0b10001,
```



```

0b11111,
0b11111,
0b01110,
0b00000
};
void send_sms(String text){
    sim900.println("AT + CMGS = \"+6281333705824\""); //harus
    menggunakan kode negara, contoh +6287654321098
    delay(500);
    sim900.println(text);
    delay(500);
    sim900.println((char)26);
    delay(500);
    sim900.println();
    delay(100);
}

void setup() {
    lcd.begin(20, 4);
    sim900.begin(9600);
    Serial.begin(9600);
    lcd.createChar(0, suhuh);
    lcd.createChar(1, waktu);
    lcd.createChar(2, food);
    pinMode(Elemen, OUTPUT);
    pinMode(ontimer, OUTPUT);
    pinMode(lampu, OUTPUT);
    pinMode(Buzzer, OUTPUT);
    pinMode(overheat, OUTPUT);
    pinMode(button, INPUT);
    pinMode(button1, INPUT);
    pinMode(button2, INPUT);
    nadasms();
    SIM900power();
    delay(100);
    power();
    sim900.println("AT+CMGD=1,4"); // delete all SMS
    delay(100);
    sim900.print("AT+CMGF=1\r"); // set SMS mode to text

```

```

    delay(100);
    sim900.print("AT+CNMI=2,2,0,0,0\r");
    // blurt out contents of new SMS upon receipt to the GSM shield's
    serial out
    delay(100);

}

String getTemp()
{
    temperatur = thermocouple.readCelsius();
    String stringVal;
    char charVal[10];
    dtostrf(temperatur, 4, 2, charVal);
    for(int i=0;i<sizeof(charVal);i++)
    {
        stringVal+=charVal[i];
    } return stringVal;
}

void loop(){
    if(true){
        temperatur = thermocouple.readCelsius();
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(2, 0);
        lcd.print("Monitoring Oven");
        lcd.setCursor(0, 1);
        lcd.print(char(0));
        lcd.print(" = ");
        lcd.print(temperatur);
        lcd.write(degreeSymbol);
        lcd.print("C");
        buttonstate = digitalRead(button);
        button1state = digitalRead(button1);
        button2state = digitalRead(button2);
    }
    while(sim900.available()){
        char lastCharRead = sim900.read();
        if(lastCharRead == '\r' || lastCharRead == '\n'){

```

```

String lastLine = String(currentLine);
if(lastLine.startsWith("+CMT:")){
    numb=lastLine.substring(7,21); //get phone number;
    nextLineIsMessage = true;
} else if (lastLine.length() > 0) {
    if(nextLineIsMessage) {
        if(numb=="+6281333705824"){
            if(lastLine.indexOf("Pizza") >= 0){
                smsmsg="Pizza";
            } else if(lastLine.indexOf("Roti") >= 0) {
                smsmsg="Roti";
            } else if(lastLine.indexOf("Boy") >= 0) {
                smsmsg="Boy";
            } else if(lastLine.indexOf("Temp") >= 0) {
                smsmsg="Temp";
            } else {
                smsmsg="Salah";
            }
        }
        nextLineIsMessage = false;
    }
}
for( int i = 0; i < sizeof(currentLine); ++i ) {
    currentLine[i] = (char)0;
}
currentLineIndex = 0;
} else {
    currentLine[currentLineIndex++] = lastCharRead;
}
}
delay(500);
if(true){
    if(smsmsg=="Roti"){
        if(f14==0){
            lcd.clear(); delay(50);
            lcd.setCursor(8, 0);
            lcd.print("SMS");
            lcd.setCursor(0, 1);
            lcd.print("No = +6282245166647");
        }
    }
}

```

```

    lcd.setCursor(0, 2);
    lcd.print("SMS = Roti");
    nadasms();
    f14=1;
    Roti();
}
}else if(smsmsg=="Pizza"){
    if(f15==0){
        lcd.clear(); delay(50);
        lcd.setCursor(8, 0);
        lcd.print("SMS");
        lcd.setCursor(0, 1);
        lcd.print("No = +6282245166647");
        lcd.setCursor(0, 2);
        lcd.print("SMS = Pizza");
        nadasms();
        f15=1;
        Pizza();
    }
}else if(smsmsg=="Boy"){
    if(f16==0){
        lcd.clear(); delay(50);
        lcd.setCursor(8, 0);
        lcd.print("SMS");
        lcd.setCursor(0, 1);
        lcd.print("No = +6282245166647");
        lcd.setCursor(0, 2);
        lcd.print("SMS = Rotiboy");
        nadasms();
        f16=1;
        Rotiboy();
    }
}else if(smsmsg=="Temp"){
    if(f5==0){
        lcd.clear(); delay(50);
        lcd.setCursor(8, 0);
        lcd.print("SMS");
        lcd.setCursor(0, 1);
        lcd.print("No = +6282245166647");
    }
}

```

```

        lcd.setCursor(0, 2);
        lcd.print("SMS = Temp");
        nadasms();
        String SMS = getTemp();
        send_sms("Temp Oven = "+SMS+" " );
        f5=1;
    }
}
else if(smsmsg=="Salah"){
    if(f6==0){
        lcd.clear(); delay(50);
        lcd.setCursor(8, 0);
        lcd.print("SMS");
        lcd.setCursor(0, 1);
        lcd.print("No = +6282245166647");
        lcd.setCursor(0, 2);
        lcd.print("SMS=Tak Terdefinisi");
        nadasms();
        send_sms("Format SMS salah" );
        f6=1;
    }
}
else if(buttonstate == HIGH){
    if(f11==0){
        lcd.clear(); delay(50);
        lcd.setCursor(4, 1);
        lcd.print("Menu Makanan");
        lcd.setCursor(8, 2);
        lcd.print("Roti");
        nadamanual();
        f11=1;
        Roti();
    }
}
else if(button1state == HIGH){
    if(f12==0){
        lcd.clear(); delay(50);
        lcd.setCursor(4, 1);
        lcd.print("Menu Makanan");
    }
}

```

```

        lcd.setCursor(7, 2);
        lcd.print("Pizza");
        nadamanual();
        f12=1;
        Pizza();
    }
}
else if(button2state == HIGH){
    if(f13==0){
        lcd.clear(); delay(50);
        lcd.setCursor(4, 1);
        lcd.print("Menu Makanan");
        lcd.setCursor(6, 2);
        lcd.print("Roti Boy");
        nadamanual();
        f13=1;
        Rotiboy();
    }
}
}
}

void ovenmenyalala(){
    digitalWrite( Elemen ,HIGH);
    digitalWrite( ontimer,HIGH);
    digitalWrite( lampu,HIGH);
}
void elemennyalala(){
    digitalWrite(Elemen,HIGH);
    digitalWrite(overheat,LOW);
}
void elemenmati(){
    digitalWrite(Elemen,LOW);
    digitalWrite(overheat,HIGH);
}
void ovenmati(){
    digitalWrite( Elemen ,LOW);
    digitalWrite( ontimer,LOW);
    digitalWrite( lampu,LOW);
}

```

```

        digitalWrite(overheat,LOW);
    }
    void nadasms(){
        digitalWrite(Buzzer, HIGH);delay(400);
        digitalWrite(Buzzer, LOW);delay(100);
        digitalWrite(Buzzer, HIGH);delay(60);
        digitalWrite(Buzzer, LOW);delay(100);
        digitalWrite(Buzzer, HIGH);delay(60);
        digitalWrite(Buzzer, LOW);
    }
    void nadamanual(){
        digitalWrite(Buzzer, HIGH);delay(200);
        digitalWrite(Buzzer, LOW);delay(100);
        digitalWrite(Buzzer, HIGH);delay(100);
        digitalWrite(Buzzer, LOW);delay(100);
    }
    void nadamati(){
        for(i=0;i<=5;i++){
            digitalWrite(Buzzer, HIGH);delay(800);
            digitalWrite(Buzzer, LOW);delay(100);
            digitalWrite(Buzzer, HIGH);delay(500);
            digitalWrite(Buzzer, LOW);
        }
    }
    void SIM900power() //fungsi menghidupkan/mematikan shield
    {
        pinMode(9, OUTPUT);
        digitalWrite(9,LOW);
        delay(1000);
        digitalWrite(9,HIGH);
        delay(2000);
        digitalWrite(9,LOW);
        delay(3000);
    }
    void power(){
        lcd.clear();
        delay(1000);
        lcd.setCursor(0, 0);
        lcd.print("PENGATUR TEMPERATUR");
    }

```

```

lcd.setCursor(2, 1);
lcd.print("DAN PEWAKTU OVEN");
lcd.setCursor(0, 2);
lcd.print("LISTRIK MENGGUNAKAN");
lcd.setCursor(9, 3);
lcd.print("HP");
delay(3000);
lcd.clear();
delay(1000);
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("Inialisasi");delay(1250);
lcd.setCursor(2, 1);
lcd.print("Mohon Tunggu");delay(1250);
lcd.setCursor(12, 0);
lcd.print(".");delay(2500);
lcd.print(".");delay(2500);
lcd.print(".");delay(1250);
lcd.print(".");delay(1250);
lcd.clear();
}

void Roti()
{
    if(f2==0){
        time_=millis();
        ovenmenyala();
        send_sms("ON, Temp = 150, Waktu = 8 M");
        for( i = 0; i<=480 ;i=i+5){
            temperatur = thermocouple.readCelsius();
            lcd.clear();
            lcd.setCursor(2, 0);
            lcd.print("Monitoring Oven");
            lcd.setCursor(0, 1);
            lcd.print(char(0));
            lcd.print(" = ");
            lcd.print(temperatur);
            lcd.write(degreeSymbol);
            lcd.print("C");
            if ( 20 < temperatur < 150){

```



```

        elemennnyala();
    }
    if(temperatur >= 150){
        elemenmati();
    }
    lcd.setCursor(0, 2);
    lcd.print(char(1));
    lcd.print(" = ");
    lcd.print(i);
    lcd.print(" detik");
    lcd.setCursor(0, 3);
    lcd.print(char(2));
    lcd.print(" = Roti");
    delay(5000);}
    f2=1;
}

current_time=millis();
if((current_time-time_)>=480000){
    time_=current_time;
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print(current_time);
    if(f==0){
        lcd.clear(); delay(50);
        lcd.setCursor(2, 1);
        lcd.print("Siap Dihidangkan");
        nadamati();
        ovenmati();
        send_sms("OFF, Siap Dihidangkan");
        f=1;
    }
}

}

void Pizza()
{
    if(f3==0){
        time_=millis();
        ovenmenyala();
        nadasms();
    }
}

```

```

    send_sms("ON, Temp = 200, Waktu = 9 M");
    for( i = 0; i<=540 ; i=i+5){
    temperatur = thermocouple.readCelsius();
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(2, 0);
    lcd.print("Monitoring Oven");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print(char(0));
    lcd.print(" = ");
    lcd.print(temperatur);
    lcd.write(degreeSymbol);
    lcd.print("C");
    if ( 20 < temperatur < 200){
        elemennyalala();
    }
    if(temperatur >= 200){
        elemenmati();
    }
        lcd.setCursor(0, 2);
        lcd.print(char(1));
        lcd.print(" = ");
        lcd.print(i);
        lcd.print(" detik");
        lcd.setCursor(0, 3);
        lcd.print(char(2));
        lcd.print(" = Pizza");
        delay(5000);
    }
    f3=1;
    }
    current_time=millis();
    if((current_time-time_)>=540000){
    time_=current_time;
    ovenmati();
    if(f7==0){
        lcd.clear(); delay(50);
        lcd.setCursor(1, 2);
        lcd.print("Siap Dihidangkan");
        nadamati();
    }
    }

```

```

        send_sms("OFF, Siap Dihidangkan");
        f7=1;
    }
}

void Rotiboy(){
    if(f4==0){
        time_=millis();
        ovenmenyala();
        nadasms();
        send_sms("ON, Temp = 180, Waktu = 6 M");
        for( i = 0; i<=360;i=i+5){
            temperatur = thermocouple.readCelsius();
            lcd.clear();
            lcd.setCursor(2, 0);
            lcd.print("Monitoring Oven");
            lcd.setCursor(0, 1);
            lcd.print(char(0));
            lcd.print(" = ");
            lcd.print(temperatur);
            lcd.write(degreeSymbol);
            lcd.print("C");
            if ( 20 < temperatur < 180){
                elemennyalala();
            }
            if(temperatur >= 180){
                elemenmati();
            }
            lcd.setCursor(0, 2);
            lcd.print(char(1));
            lcd.print(" = ");
            lcd.print(i);
            lcd.print(" detik");
            lcd.setCursor(0, 3);
            lcd.print(char(2));
            lcd.print(" = Rotiboy");
            delay(5000);}
            f4=1;
        }
    }
}

```

```

current_time=millis();
if((current_time-time_)>=360000){
    time_=current_time;
    ovenmati();
    if(f9==0){
        lcd.clear(); delay(50);
        lcd.setCursor(1, 1);
        lcd.print("Siap Dihidangkan");
        nadamati();
        send_sms("OFF, Siap Dihidangkan");
        f9=1;
    }
}
}

```

## Introduction

The Atmel® picoPower® ATmega328/P is a low-power CMOS 8-bit microcontroller based on the AVR® enhanced RISC architecture. By executing powerful instructions in a single clock cycle, the ATmega328/P achieves throughputs close to 1MIPS per MHz. This empowers system designer to optimize the device for power consumption versus processing speed.

## Feature

High Performance, Low Power Atmel®AVR® 8-Bit Microcontroller Family

- Advanced RISC Architecture
  - 131 Powerful Instructions
  - Most Single Clock Cycle Execution
  - 32 x 8 General Purpose Working Registers
  - Fully Static Operation
  - Up to 20 MIPS Throughput at 20MHz
  - On-chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory Segments
  - 32KBytes of In-System Self-Programmable Flash program Memory
  - 1KBytes EEPROM
  - 2KBytes Internal SRAM
  - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
  - Data Retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C<sup>(1)</sup>
  - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
    - In-System Programming by On-chip Boot Program
    - True Read-While-Write Operation
  - Programming Lock for Software Security
- Atmel® QTouch® Library Support
  - Capacitive Touch Buttons, Sliders and Wheels
  - QTouch and QMatrix® Acquisition
  - Up to 64 sense channels

- Peripheral Features
  - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescaler and Compare Mode
  - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
  - Real Time Counter with Separate Oscillator
  - Six PWM Channels
  - 8-channel 10-bit ADC in TQFP and QFN/MLF package
    - Temperature Measurement
  - 6-channel 10-bit ADC in PDIP Package
    - Temperature Measurement
  - Two Master/Slave SPI Serial Interface
  - One Programmable Serial USART
  - One Byte-oriented 2-wire Serial Interface (Philips I<sup>2</sup>C compatible)
  - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
  - One On-chip Analog Comparator
  - Interrupt and Wake-up on Pin Change
- Special Microcontroller Features
  - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
  - Internal Calibrated Oscillator
  - External and Internal Interrupt Sources
  - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby, and Extended Standby
- I/O and Packages
  - 23 Programmable I/O Lines
  - 28-pin PDIP, 32-lead TQFP, 28-pad QFN/MLF and 32-pad QFN/MLF
- Operating Voltage:
  - 1.8 - 5.5V
- Temperature Range:
  - -40°C to 105°C
- Speed Grade:
  - 0 - 4MHz @ 1.8 - 5.5V
  - 0 - 10MHz @ 2.7 - 5.5V
  - 0 - 20MHz @ 4.5 - 5.5V
- Power Consumption at 1MHz, 1.8V, 25°C
  - Active Mode: 0.2mA
  - Power-down Mode: 0.1µA
  - Power-save Mode: 0.75µA (Including 32kHz RTC)

**MAXIM****Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)****General Description**

The MAX6675 performs cold-junction compensation and digitizes the signal from a type-K thermocouple. The data is output in a 12-bit resolution, SPI™-compatible, read-only format.

This converter resolves temperatures to 0.25°C, allows readings as high as +1024°C, and exhibits thermocouple accuracy of 0.5°C for temperatures ranging from 0°C to +700°C.

The MAX6675 is available in a small, 8-pin SO package.

**Features**

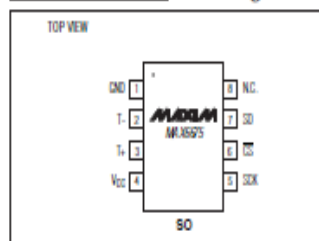
- ◆ Direct Digital Conversion of Type-K Thermocouple Output
- ◆ Cold-Junction Compensation
- ◆ Simple SPI-Compatible Serial Interface
- ◆ 12-Bit, 0.25°C Resolution
- ◆ Open Thermocouple Detection

**MAX6675****Ordering Information**

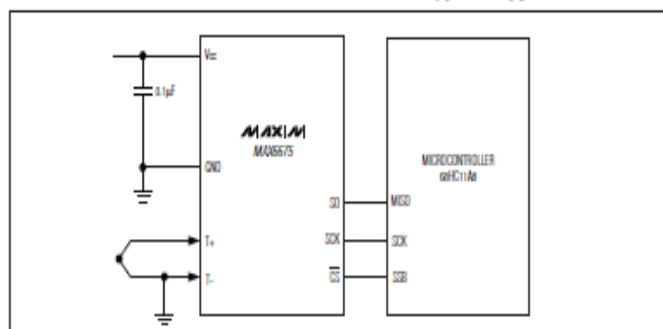
PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX6675ISA	-20°C to +85°C	8 SO

**Applications**

Industrial  
Appliances  
HVAC  
Automotive

**Pin Configuration**

SPI is a trademark of Motorola, Inc.

**Typical Application Circuit**

## Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)

### ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Supply Voltage ( $V_{CC}$ to GND)	-0.3V to +6V	Storage Temperature Range	-85°C to +150°C
SO, SCK, CS, T-, T+ to GND	-0.3V to $V_{CC}$ + 0.3V	Junction Temperature	+150°C
SO Current	50mA	SO Package	
ESD Protection (Human Body Model)	±2000V	Vapor Phase (60s)	+215°C
Continuous Power Dissipation ( $T_A$ = +70°C)		Infrared (15s)	+220°C
8-Pin SO (dissipate 5.8mW/°C above +70°C)	47mW	Lead Temperature (soldering, 10s)	+300°C
Operating Temperature Range	-20°C to +85°C		

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

### ELECTRICAL CHARACTERISTICS

( $V_{CC}$  = +3.0V to +5.5V,  $T_A$  = -20°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values specified at +25°C.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Temperature Error		$T_{THERMOCOUPLE} = +700^{\circ}\text{C}$ , $T_A = +25^{\circ}\text{C}$ (Note 2)	$V_{CC} = +3.3\text{V}$	-5	+5	LSB
			$V_{CC} = +5\text{V}$	-6	+6	
		$T_{THERMOCOUPLE} = 0^{\circ}\text{C}$ to $+700^{\circ}\text{C}$ , $T_A = +25^{\circ}\text{C}$ (Note 2)	$V_{CC} = +3.3\text{V}$	-8	+8	
			$V_{CC} = +5\text{V}$	-9	+9	
		$T_{THERMOCOUPLE} = +700^{\circ}\text{C}$ to $+1000^{\circ}\text{C}$ , $T_A = +25^{\circ}\text{C}$ (Note 2)	$V_{CC} = +3.3\text{V}$	-17	+17	
			$V_{CC} = +5\text{V}$	-19	+19	
Thermocouple Conversion Constant				10.25		$\mu\text{V}/\text{LSB}$
Cold-Junction Compensation Error		$T_A = -20^{\circ}\text{C}$ to $+85^{\circ}\text{C}$ (Note 2)	$V_{CC} = +3.3\text{V}$	-3.0	+3.0	°C
			$V_{CC} = +5\text{V}$	-3.0	+3.0	
Resolution				0.25		°C
Thermocouple Input Impedance				60		k $\Omega$
Supply Voltage	$V_{CC}$		3.0		5.5	V
Supply Current	$I_{CC}$			0.7	1.5	mA
Power-On Reset Threshold		$V_{CC}$ rising	1	2	2.5	V
Power-On Reset Hysteresis				50		mV
Conversion Time		(Note 2)		0.17	0.22	s
<b>SERIAL INTERFACE</b>						
Input Low Voltage	$V_{IL}$			0.3 x $V_{CC}$		V
Input High Voltage	$V_{IH}$			0.7 x $V_{CC}$		V
Input Leakage Current	$I_{LEAK}$	$V_{IN} = \text{GND or } V_{CC}$		±5		$\mu\text{A}$
Input Capacitance	$C_{IN}$			5		pF



Item	Symbol	Standard Value			Unit
		Min.	Typ.	Max.	
Supply Voltage for Logic	$V_{DD}$	0	—	7.0	V
Supply Voltage for LCD Driver	$V_{DD}/V_{DD1}$	—	—	13.5	V
Input Voltage	$V_i$	—	$V_{DD}$	$V_{DD}$	V
Operating Temp.	$T_{opr}$	0	—	50	°C
Storage Temp.	$T_{stg}$	-20	—	70	°C

Item	Symbol	Test Condition	Standard Value			Unit
			Min.	Typ.	Max.	
Input "High" Voltage	$V_{IH}$	—	2.2	—	$V_{DD}$	V
Input "Low" Voltage	$V_{IL}$	—	—	—	0.6	V
Output "High" Voltage	$V_{OH}$	$I_{OL}=0.2mA$	2.2	—	—	V
Output "Low" Voltage	$V_{OL}$	$I_{OL}=1.2mA$	—	—	0.4	V
Supply Current	$I_{DD}$	$V_{DD}=5.0A$	—	2.5	4.0	mA

No	Symbol	Function	No	Symbol	Function
1	V <sub>cc</sub>	GND, 0V	10	D03	Data Bus
2	V <sub>cc</sub>	+5V	11	D04	—
3	V <sub>cc</sub>	for LCD Drive	12	D05	—
4	RS	Function Select	13	D06	—
5	R/W	Read/Write	14	D07	—
6	LE	Enable Signal	15	LED3A	LED Power Supply
3,6	D00, D02	Data Bus Line	16	LED3A	

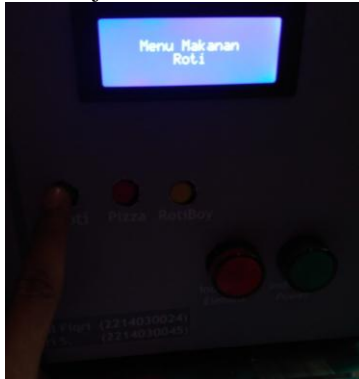


-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

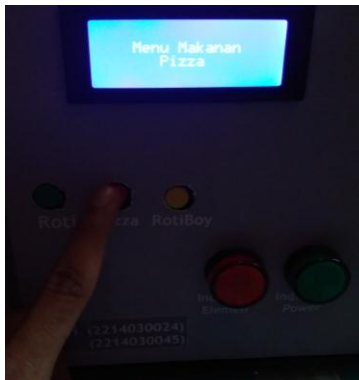
## LAMPIRAN B

### B.1 Pengujian Rangkaian *Push Button*

#### B.1.1 *Push Button Hijau*



#### B.1.2 *Push Button Merah*



### B.1.3 *Push Button* Kuning



## B.2 Pengujian dan Pengukuran Berdasarkan Menu Makanan

### B.2.1 Menu Makanan Roti Panggang

- Temperatur Awal : 34,75°C

- Tampilan LCD Temperatur Awal 34,75°C



- Tampilan LCD saat Elemen Mati



- Tampilan LCD saat Oven Listrik akan Mati



- Temperatur Awal : 36,25°C
  - Tampilan LCD Temperatur Awal 36,25°C



- Tampilan LCD saat Elemen Mati



- Tampilan LCD saat Oven Listrik akan Mati



- Temperatur Awal : 38,75°C

- Tampilan LCD Temperatur Awal 38,75°C



- Tampilan LCD saat Elemen Mati



- Tampilan LCD saat Oven Listrik akan Mati





### B.2.2 Menu Makanan Pizza

- Temperatur Awal : 36,00°C

- Tampilan LCD Temperatur Awal 36,00°C



- Tampilan LCD saat Elemen Mati



- Tampilan LCD saat Oven Listrik akan Mati



- Temperatur Awal : 36,25°C

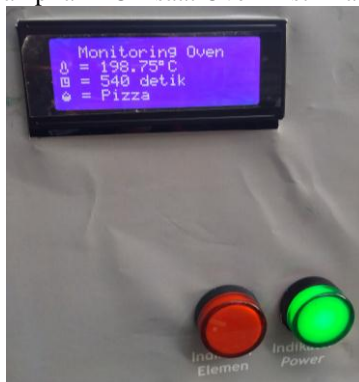
- Tampilan LCD Temperatur Awal 36,25°C



- Tampilan LCD saat Elemen Mati



- Tampilan LCD saat Oven Listrik akan Mati



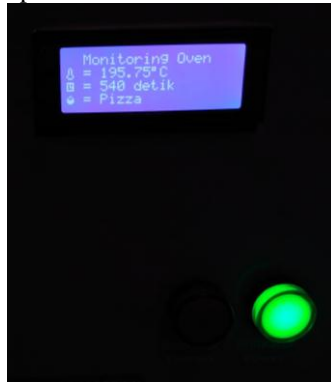
- Temperatur Awal : 34,50°C
  - Tampilan LCD Temperatur Awal 34,50°C



- Tampilan LCD saat Elemen Mati



- Tampilan LCD saat Oven Listrik akan Mati



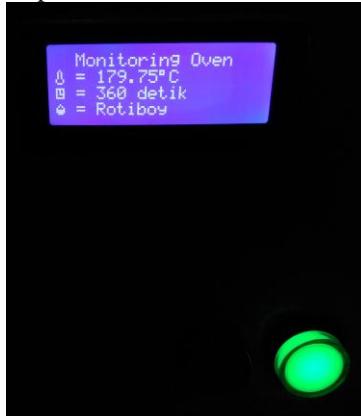
### B.1.3 Menu Makanan Rotiboy

- Temperatur Awal : 37,00°C

- Tampilan LCD Temperatur Awal 37,00°C



- Tampilan LCD saat Oven Listrik akan Mati



- Temperatur Awal : 37,00°C

- Tampilan LCD Temperatur Awal 37,00°C



- Tampilan LCD saat Oven Listrik akan Mati



- Temperatur Awal : 36,75°C

- Tampilan LCD Temperatur Awal 36,75°C



- Tampilan LCD saat Oven Listrik akan Mati





## BIODATA DIRI



Nama : Ahmad Nurul Fiqri  
TTL : Tulungagung, 4 November 1995  
Jenis Kelamin : Laki - laki  
Agama : Islam  
Alamat : Jl. Letjen S. Parman  
No.18 Rejoagung, Kab.  
Tulungagung  
Telp/HP : 085791531211  
E-mail : ahmadnfiqri@gmail.com

### RIWAYAT PENDIDIKAN

1. 2002 – 2008 : *SD Negeri 3 Rejoagung*
2. 2008 – 2011 : *SMP Negeri 3 Tulungagung*
3. 2011 – 2014 : *SMA Negeri 1 Kauman*
4. 2014 – Sekarang : *Departemen Teknik Elektro Otomasi, Bidang Studi Computer Control – Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)*

### PENGALAMAN ORGANISASI

1. DPMJ HIMAD3TEKTRO 2015 – 2016

### PENGALAMAN KERJA

1. Kerja Praktek di PLN P2B Surabaya